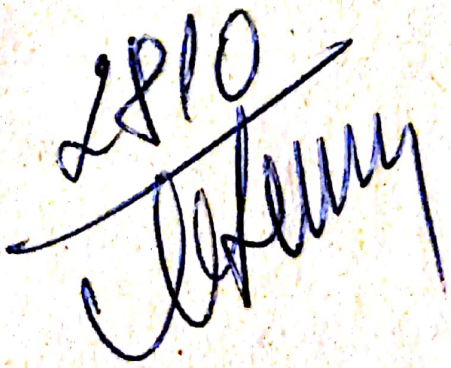
EXISTĂ ALTE FIINȚE ÎN COSMOS

EDITURA POLITICĂ

EXISTĂ ALTE FIINȚE ÎN COSMOS?

Cuvînt înainte,
selecția textelor și îngrijirea ediției:
TIBERIU TORO

Traducere:
SERGIU SĂRARU



1986

EDITURA POLITICĂ
București

Scanned with OKEN Scanner

„Absence of evidence is not evidence of absence"

MARTIN REES

UN SFERT DE SECOL DE CĂUTARE OBSERVAȚIONALĂ A INTELIGENȚEI EXTRATERESTRE

(SETI — nouă etapă în căutarea inteligenței cosmice)

Volumul de față constituie prima selecție reprezentativă, în limba română, din problematica atît de importantă a comunicării cu civilizații extraterestre — prescurtat CETI (de la Communication with Extraterrestrial Intelligence) care, în ultimii 25 de ani (1960—1985), din speculații științifico-fantastice s-a transformat într-o ramură științifică inter- și multi-disciplinară. Această nouă etapă de evoluție — cea realmente științifică — a cercetării inteligenței extraterestre a primit în ultimii ani denumirea de SETI (de la Search for Extraterrestrial Intelligence). Mulți specialiști proeminenți din întreaga lume, fizicieni, astronomi și astrofizicieni, cibernetici și biologi, chimiști și biochimiști, istorici și arheologi, sociologi, etnologi, lingviști ș.a. la conferințe internaționale CETI-SETI, în paginile revistelor de specialitate, în mii de articole și lucrări cu caracter monografic, sintetizează rezultatele obținute pînă acum și discută dificultățile și perspectivele problematicii CETI. Printre pionierii CETI-SETI se găsesc mulți savanți de renume mondial, laureați ai Premiului Nobel pentru fizică și chimie, ca de exemplu Ph. Morrison, profesor de fizică nucleară la MIT, unul dintre inițiatorii cercetărilor moderne CETI și F. Drake, profesor la Cornell University, directorul centrului astronomic căruia îi aparține cel mai mare radiotelescop din lume (Arecibo), realizatorul primului program observațional (Proiectul OZMA-1). Putem aminti alți pionieri în domeniul CETI ca astrofizicienii sovietici I. Șklovski, N. Kardașev și V.A. Troițki, precum și astronomul și

Scanned with OKEN Scanner

planetologul american C. Sagan, binecunoscut și în România pentru serialul său de televiziune despre Univers. De asemenea, menționăm printre susținătorii cercetărilor inteligenței extraterestre pe biochimistul englez F. Crick, laureat al Premiului Nobel, unul dintre fondatorii biologiei moleculare, renumitul fizician teoretician american F. Dyson, pe fizicianul Ch. Townes, laureat al Premiului Nobel și unul dintre descoperitorii laserului, pe specialistul american în electronică și tehnica comunicațiilor, B.M. Oliver, directorul corporației Hewlett-Packard, conducătorul unui grandios proiect CETI denumit Programul CYCLOPS. Lucrări fundamentale de pionierat în domeniul CETI au elaborat fizicianul teoretician G. Marx de la Universitatea Eötvös din Budapesta, astronomul american de origine greacă M.D. Papagiannis, profesor la Universitatea din Boston, precum și astrofizicianul și cosmologul american de origine germană S. von Hoerner, primul care a dat o evaluare cantitativă pentru durata medie posibilă a unei civilizații tehnologice dezvoltate. Aproape toți cei menționați sînt autori prestigioși incluși în volumul de față.

Căutarea inteligenței cosmice în Galaxia noastră a devenit în ultimul sfert de secol una dintre problemele cardinale ale cercetării astronomice pe plan mondial, cu puternic impact asupra dezvoltării societății omenești. Iată ce spune în această privință hotărîrea primei Conferințe sovieto-americane asupra comunicațiilor cu inteligența extraterestră, CETI—1971, ținută la Biurakan (URSS) în septembrie 1971: „Această problemă se poate dovedi de o importanță fundamentală pentru dezvoltarea viitoare a omenirii. Dacă civilizații extraterestre vor fi vreodată descoperite, efectul acestora asupra potențialului științific și tehnic al omenirii va fi imens și descoperirea poate influența în mod pozitiv întregul viitor al omului. Dacă s-ar putea realiza contactul cu o civilizație extraterestră, însemnătatea practică și filozofică a acestuia ar putea fi atît de mare încît concentrarea unor forțe importante pentru asemenea cercetări ar fi pe deplin justificată. Consecințele unei asemenea descoperiri ar contribui la creșterea considerabilă a întregii cunoașteri umane".

Această nouă etapă, care a constituit o cotitură în toată cercetarea CETI, a fost inaugurată de publicarea în „Nature" — în anul 1959 — a articolului lui Philip Morrison și Giuseppe Cocconi și a fost continuată imediat de Frank

Scanned with OKEN Scanner

Drake, în 1960, cu Proiectul OZMA-1, care poate fi considerat prima încercare științifică de observare a unor semnale provenind de la ființe inteligente extraterestre.

Avînd în vedere că în literatura noastră de informare științifică încă nu există o antologie CETI, am încercat să alcătuim selecția de față în așa fel încît — în cadrul limitat al unui singur volum — să fie oglindită, cît mai fidel, această nouă etapă a cercetărilor CETI-SETI. Tocmai din această cauză în volum au fost incluse numai lucrări fundamentale care provin „din sursă directă", adică de la savanți — enumerați mai sus — unanim recunoscuți pe plan internațional ca pionieri ai cercetării CETI și care, datorită activității lor științifice originale, au devenit promotorii mondiali ai cercetării civilizațiilor extraterestre. Ținînd seama de extraordinara bogăție a literaturii de specialitate în domeniul CETI — cîteva mii de lucrări —, evident că volumul de față nu poate fi considerat exhaustiv, nici chiar din punctul de vedere al criteriului de selecție amintit.

În mod premeditat, lipsesc din selecția noastră lucrări care se referă la istoria problematicii CETI înainte de anul 1960. După cum este cunoscut, conceptul de inteligență extraterestră are o istorie multiseculară, deosebit de interesantă, menționată de altfel și în cîteva din lucrările prezente în selecția de față. Să amintim spre ilustrare numai cîteva nume reprezentative în acest sens: Lucretius Carus, Giordano Bruno, Bernard de Fontenelle, Voltaire, Flammarion, Țiolkovski ș.a. O sinteză scurtă, dar foarte consistentă, despre aceste probleme se găsește în lucrarea lui F.I. Tiper: *A Brief History of the Extraterrestrial Intelligence Concept* „Quarterly Journal of Royal Astronomy Society", 1981, (vol. 22, p. 133).

În ceea ce privește întreaga problematică a civilizațiilor extraterestre, atragem atenția asupra a două lucrări bibliografice importante, unde se găsesc multe referiri la toată gama cercetărilor de tip CETI. Prima este întocmită în limba engleză de E.F. Mallove, R.L. Forward, Z. Paprotny și este intitulată: *Bibliography of Interstellar Travel and Communication.* Această amplă bibliografie se publică periodic (totdeauna revăzută și îmbogățită) din anul 1974, de revista Societății Interplanetare Britanice (Journal of the British Interplanetary Society-JBIS) începînd cu volumul 27.

Scanned with OKEN Scanner

Este cea mai completă bibliografie CETI-SETI, conținînd peste 2000 de titluri.

O a doua bibliografie relativ nouă (din anul 1981) este întocmită în limba rusă, de N.F. Lavrova și T.L. Parnes și se găsește în volumul CETI intitulat: *Problema căutării civilizațiilor extraterestre (Problema poiska vnezemnîh țivilizații* — Izdat. Nauka, 1981, Moskva). Această bibliografie nouă conține aproximativ 1000 de lucrări.

Pentru cei interesați de întreaga istorie a problematicii CETI-SETI mai menționăm o recentă selecție reprezentativă, redactată de astronomul american Donald Goldsmith *(The Quest for Extraterrestrial Life: A Book of Readings,* University Science Book, Mill Valley California, 1980); conține 58 de lucrări și este considerată una dintre cele mai bune de acest gen, cuprinzînd problematica CETI de la lucrările lui Lucretius pînă la aspectele cele mai actuale ale cercetării inteligenței cosmice.

În ceea ce privește problema căutării vieții extraterestre, recomandăm cititorilor și recenta carte a cercetătorilor astronomi și biochimiști români I. Todoran și E. Țăran: *În căutarea vieții pe alte planete.* (Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1983). În cele 5 capitole ale sale, cartea abordează, în mod sistematic și în spiritul antologiei noastre, majoritatea problemelor esențiale ale cercetării CETI, punînd accent pe latura astronomică a problematicii căutării vieții și civilizațiilor extraterestre.

Precum se știe, seria întîlnirilor internaționale în problema CETI a fost inaugurată de amintita conferință sovieto-americană CETI-71, organizată la Observatorul de Astrofizică de la Biurakan (URSS) care a jucat un rol important în toată mișcarea CETI pe plan internațional. (Lucrările acestei conferințe au fost editate de Carl Sagan, în 1973, sub titlul: *Communication with Extraterrestrial Intelligence — CETI,* The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1973.) În ultimii ani au fost organizate mai multe asemenea conferințe, simpozioane și întîlniri CETI-SETI, în special sub egida Academiei și Federației Internaționale de Astronautică (IAA și IAF). Una dintre ultimele de acest gen, a 12-a (12th IAA Review Meeting on CETI), a fost organizată cu ocazia celui de al 34-lea Congres Internațional al IAF de la Budapesta, în octombrie 1983. Recent, în redactarea a doi cunoscuți cercetători în domeniul CETI, cehoslo-

Scanned with OKEN Scanner

vacul Rudolf Pešek, unul dintre conducătorii IAF și americanul John Billingham, directorul programului SETI al NASA, a fost publicată o reușită selecție din lucrările prezentate la diferite conferințe CETI ale Federației Internaționale de Astronautică. De fapt, această selecție (J. Billingham, R. Pešek: „*CETI*", Pergamon Press, 1979) reprezintă o ediție specială, din 1979, a revistei de specialitate a I.A.F. intitulată: „*Acta Astronautica*".

În ultimii 5 ani cercetării CETI i s-au acordat „drepturile sale legitime" și în cadrul celui mai înalt for științific internațional al specialiștilor în astronomie — Uniunea Astronomică Internațională (UAI). Această organizație științifică internațională de prestigiu, ce cuprinde astronomi și societăți naționale de astronomie din peste 50 de țări, organizează congrese mondiale, așa-numitele Adunări Generale UAI, din trei în trei ani. La adunarea generală din Montreal, în anul 1979, în cadrul unei sesiuni științifice comune a tuturor secțiilor, UAI a inclus pentru prima dată în programul său problematica CETI-SETI. Lucrările acestei sesiuni științifice UAI, care a abordat în special problematica strategiei cercetării vieții extraterestre, au fost publicate într-un volum sub redacția unuia dintre autorii prezentei selecții, M.D. Papagiannis sub titlul: *Strategies for the Search for Life in The Universe* (Reidel, Dortrecht, Holland, 1980). Astăzi, atît volumul CETI editat de IAF, cît și cel publicat de UAI constituie documente importante ale cercetării CETI — pe plan internațional — cu multe rezultate originale interesante.

Ca o urmare firească a activităților internaționale în cadrul IAF și UAI, cît și a rezultatelor obținute în domeniul CETI la ultima Adunare Generală a UAI, ținută în august 1982 la Patras (Grecia), UAI a hotărît înființarea unei comisii specializate pentru cercetarea vieții extraterestre (comisia nr. 51) președintele comisiei fiind ales profesorul M.D. Papagiannis.

Un alt eveniment internațional important în domeniul cercetării SETI a fost a doua întîlnire SETI sovieto-americană, organizată între 8—11 decembrie 1981, la Tallin, în Estonia, cu prilejul celei de-a 10-a aniversări a primei conferințe de la Biurakan. „SETI-Tallin-81" a fost, de fapt, un simpozion cu caracter internațional căci, pe lîngă cercetă-

Scanned with OKEN Scanner

torii sovietici și americani, au luat parte specialiști CETI-SETI din Franța, Japonia, Ungaria, Polonia și Bulgaria. Această întîlnire, organizată de Academia de Științe a URSS, chiar dacă nu a atins nivelul conferinței de la Biurakan, a fost totuși un eveniment important pentru mișcarea CETI pe plan internațional, în special în ceea ce privește sintetizarea rezultatelor obținute în ultimii ani și coordonarea programelor de perspectivă ale cercetării CETI sovieto-americane. Despre lucrările simpozionului „SETI-Tallin-81" o informare detaliată se poate găsi în revista americană de largă informare științifică specializată în problema CETI-SETI — intitulată „*Cosmic Search*", informare scrisă chiar de către F. Drake (F. Drake: *SETI-Tallin-81, Communication with Extra terrestrial Intelligence*, „Cosmic Search", vol. 4, Nr. 1, p. 4, 1982). În limba rusă, o dare de seamă similară a fost întocmită de către cunoscutul specialist sovietic în problemele CETI, L.M. Gindilis și publicată în cunoscuta revistă științifică de mare popularitate, editată de Academia de Științe a URSS „*Zemlia i Vselennaia*" (Pămîntul și Universul) Nr. 3 și 4, 1982.

Așa cum am menționat, prima încercare de detectare a semnalelor provenind de la o posibilă civilizație extraterestră a fost Programul OZMA-1, inițiat de F. Drake în 1960 la Observatorul Național de Radioastronomie de la Green Bank (West Virginia). Radiotelescopul, cu diametrul de 27 m, de la Green Bank a fost orientat spre două stele apropiate dé tip solar: τ -Ceti și ε -Eridani. Receptorul programului OZMA a fost reglat pentru lungimea de undă de 21 cm (deci pentru frecvența corespunzătoare de 1420 MHz). Precum se știe, această lungime de undă, care joacă un rol special în radioastronomie, corespunde tocmai radiației emise de atomul de hidrogen neutru. Această radiație, cu un spectru foarte ascuțit, se emite atunci cînd în atomul de hidrogen în stare fundamentală se schimbă orientarea spinului electronului față de spinul protonului („spin flip"). În lucrarea lui Morrison și Cocconi — azi deja de importanță istorică — tocmai această lungime de undă a fost preconizată pentru stabilirea contactului cu inteligența extraterestră. După părerea lui Morrison, unanim admisă, în prezent oricare centru de radioastronomie din lume dispune de instalațiile de

Scanned with OKEN Scanner

recepție corespunzătoare pentru studierea radiației pe această lungime de undă.

După Programul OZMA-1, la sfîrșitul anilor '60, cercetări similare au fost inițiate în Uniunea Sovietică. Radioastronomii Universității orașului Gorki, sub conducerea profesorului V.S. Troițki, unul dintre pionierii și conducătorii programului CETI sovietic, au cercetat 12 stele apropiate (la distanță de 11—60 ani lumină) de tip solar, încercînd să înregistreze eventuale semnale artificiale emise de aceste stele pe lungimile de undă de 21 și 30 cm. După conferința CETI-71 de la Biurakan, ca urmare a propunerilor și recomandărilor concrete făcute acolo (a se vedea Anexa 1 a cărții de față) în mai multe centre radioastronomice sovietice și americane, pe diferite lungimi de undă (frecvențe) a început căutarea unor eventuale semnale sau a altor urme ale unor posibile activități „astrotehnice". Astfel, profesorul Troițki, împreună cu renumitul astrofizician sovietic — un alt autor prestigios al volumului nostru — N.S. Kardașev de la Institutul de Cercetări Spațiale al Academiei de Științe a URSS au propus organizarea unor programe SETI euroasiatice. Radioastronomii americani Palmer și Zuckerman au inițiat la centrul radioastronomic de la Green Bank al doilea Program OZMA (OZMA-2) în cadrul căruia vor studia 600 stele apropiate de tip solar, tot cu ajutorul frecvenței de 1420 MHz. La propunerea lui Drake și Sagan a fost inițiat un program SETI grandios cu ajutorul celui mai mare radiotelescop din lume, cel de la Arecibo din Porto Rico (diametrul de 305 m). În afară de cercetătorii sovietici și americani amintiți, la realizarea programelor CETI au participat și savanții din alte țări, ca de exemplu radioastronomii canadieni de la centrul de radioastronomie de la Algonquin Park, precum și cei din R.F.G., Olanda etc. Cîteva date caracteristice mai importante ale programelor CETI au fost trecute în tabelul care urmează. O trecere în revistă mai amănunțită a tuturor încercărilor, pe plan mondial, cît și un tabel similar mult mai detaliat se găsesc în recenta lucrare de sinteză a astrofizicianului canadian J.P. Vallée: *Sommaire de 25 années d'observations visant à détecter des êtres intelligents extraterrestres* „Journal of Royal Astronomical Society" vol. 79, No. 1, 1985, p. 9.

Scanned with OKEN Scanner

TABEL

cu datele caracteristice ale Programelor CETI

Grupul de cercetători	Observator	Data an	Lungimea de undă (frecvența)	Obiectul de cercetare
Drake OZMA-1	N.R.A.O. Green Bank	1960	1420 MHz	ε-Eridani τ-Ceti
Troiţki	Gorki	1968	21 şi 30 cm	12 stele apropiate de tip solar
Verschuur	N.R.A.O.	1972	1420 MHz	10 stele apropiate
Troiţki	Reţea eurasiatică	Din 1972	21, 30 şi 50 cm	Semnale pulsatorii de pe întreaga boltă cerească
Zuckerman Palmer OZMA-2	N.R.A.O.	Din 1972	1420 MHz	600 stele apropiate de tip solar
Kardaşev	Reţea eurasiatică Academia URSS	din 1972	Mai multe frecvenţe	Semnale pulsatorii de pe bolta cerească
Bridle Feldman	Algonquin Park Canada	Din 1974	22,2 GHZ	Cîteva stele apropiate
Drake Sagan	Arecibo	Din 1975	1420, 1653 şi 2380 MHz	Cîteva galaxii apropiate
Dixon	Ohio	Din 1973	1420 MHz	Toată bolta cerească

Încercările de pînă acum de a înregistra vreun semnal pornind de la o eventuală activitate cosmică artificială nu au fost încununate de succes, dar avînd în vedere că acestea au fost primele „experimente" de acest fel efectuate vreodată de omenire, valoarea şi importanţa lor sînt, se poate aprecia, prin ele însele un bun cîştigat. Ţinînd cont de timpul scurt de observare afectat unei asemenea cercetări, nici nu ne puteam aştepta ca din primele încercări să

Scanned with OKEN Scanner

obținem rezultatul pozitiv dorit. Toți specialiștii CETI și alți astronomi și savanți de seamă sînt de părere că cercetarea începută trebuie continuată cu forțe întărite. Referitor la aceasta să citățm aici una dintre părerile cele mai autorizate, cea a profesorului Philip Morrison: „Nu cred că cercetarea CETI ar fi în cea mai mică măsură inutilă. Cred că ea este foarte la locul ei. Mi se pare că din întreaga astronomie nu se pot extrage rezultate mai importante — atît din punct de vedere filozofic, cît și practic —, decît acelea care ar fi furnizate de recepționarea unor semnale cosmice inteligente". Sînt de asemenea foarte semnificative și rîndurile lui Freeman Dyson, alt autor antologat în volumul nostru, care, cu toate că se consideră un sceptic cu privire la existența unei inteligențe extraterestre, susține cu fermitate continuarea cercetării: „În ultimă instanță sînt foarte sceptic relativ la existența unei tehnici extraterestre. Oricare ar fi adevărul, faptul că cineva este sceptic nu înseamnă că nu trebuie să cercetăm. Dimpotrivă: tocmai pentru că sînt sceptic cu privire la existența tehnicilor extraterestre, am o grijă deosebită pentru continuarea cercetărilor în acest sens — cu cea mai mare seriozitate și obiectivitate științifică". Profesorul Dyson însă nu se oprește aici ci, chiar în finalul studiului său inserat în prezentul volum, face propuneri concrete privitoare la noi modalități de abordare a cercetării CETI: „... cea mai bună modalitate de a căuta obiecte artificiale pe cer este de a căuta obiecte naturale în cît mai multe feluri cu putință... Trebuie să continuăm explorarea cosmosului pe toate canalele disponibile — spectrul vizibil, spectrul radio, spectrul infraroșu, spectrul ultraviolet, razele X, radiațiile cosmice și undele gravitaționale. Numai observînd pe numeroase canale simultan, vom afla destul despre obiectele pe care le găsim pentru a spune dacă ele sînt naturale sau artificiale. Iar programul nostru de explorare va da o «recoltă» bogată de obiecte naturale descoperite, indiferent dacă vom avea sau nu destul noroc ca să găsim printre ele și unele artificiale".

Din păcate, nu toți „scepticii" au onestitatea și obiectivitatea științifică ale lui Freeman Dyson. Printre ei se mai găsesc și persoane care, cu argumente în esență false, precum

Scanned with OKEN Scanner

și cu considerații economice greșit interpretate, resping complet sau frînează realizarea unor importante proiecte CETI. Astfel, nu de mult, în primăvara anului 1982, la propunerea senatorului american W. Proxmire, administrația americană a sistat finanțarea Proiectului NASA-CYCLOPS cu toate că bugetul anual al acestui proiect era de numai 2 milioane de dolari.

Această idee, a unicității inteligenței terestre în Galaxie, a fost împărtășită și susținută, în ultimul timp, și de către renumitul astrofizician sovietic Iosif Șklovski. Este surprinzător acest lucru căci, dintre toți pionierii mondiali ai cercetării CETI-SETI, poate tocmai profesorul Șklovski a făcut cel mai mult pentru ca ideea „pluralității lumilor" inteligente să fie răspîndită în întreaga lume. Editată și reeditată în mai multe limbi, cartea sa de mare succes: „Univers, viață, inteligență" (Vselennaia, jizn, razum) a devenit o lucrare fundamentală pentru întreaga mișcare CETI, fiind lucrarea cea mai cunoscută din toate publicațiile consacrate studiului inteligenței extraterestre.

Din a doua lucrare inserată în prezentul volum a regretatului profesor I. Șklovski, decedat recent, citățm cîteva rînduri semnificative în care este abordată însemnătatea general filozofică a singurătății cosmice.

„După părerea noastră, concluzia că sîntem singuri în Univers (dacă nu în mod *absolut*, atunci *practic*) are o mare însemnătate etică pentru omenire. Valoarea realizărilor noastre tehnologice și mai ales a celor umaniste crește nemăsurat. Conștiința faptului că sîntem un fel de «avangardă» a materiei, dacă nu în întregul Univers, în orice caz într-o uriașă parte a lui, trebuie să fie un stimulent puternic pentru activitatea creatoare a fiecărui individ și a întregii omeniri. Va crește imens răspunderea omenirii față de caracterul excepțional al sarcinilor sale. Va deveni cît se poate de clară inadmisibilitatea instituțiilor sociale atavice, a războaielor absurde și barbare, a distrugerii sinucigașe a mediului înconjurător.

Conștiința fermă că nimeni nu ne va da sfaturi cum să luăm în stăpînire cosmosul și ce strategie să folosească civi-

Scanned with OKEN Scanner

lizația noastră unică trebuie să educe simțul responsabilității atît pentru actele fiecărui individ, cît și pentru cele ale întregii omeniri. Fără îndoială că revenirea dialectică la o variantă extrem de originală a concepției geocentrice (mai exact, antropocentrice) va pune într-un mod nou vechea problemă a locului omului în Univers".

Ne exprimăm speranța că această antologie — în care autorii prezintă puncte de vedere diferite, unele contradictorii, pe care uneori nu le împărtășim, dar care incită la meditație, solicitîndu-ne sporirea preocupării pentru viitorul pașnic al planetei noastre — va contribui la completarea cunoștințelor cititorilor interesați în problematica comunicării cu civilizațiile extraterestre.

Conf. univ. T. TORO

Timișoara, octombrie 1985

Scanned with OKEN Scanner

GIUSEPPE COCCONI, PHILIP MORRISON

CĂUTAREA UNOR COMUNICAȚII INTERSTELARE*

Încă nu există teorii care să permită o evaluare demnă de încredere a probabilităților (1) de formare a planetelor, (2) de apariție a vieții și (3) de evoluție a unor societăți cu capacități științifice avansate. În absența unor astfel de teorii, mediul nostru înconjurător ne sugerează că stele din seria principală cu o durată de existență de multe miliarde de ani pot avea planete, că dintr-un mic număr de astfel de planete două (Pămîntul și foarte probabil Marte) suportă viața, că viața pe o astfel de planetă include o societate ce a devenit recent capabilă de investigații științifice considerabile. Durata de existență a unor astfel de societăți nu este cunoscută, dar ar părea hazardat să negi că dintre aceste societăți unele se pot menține perioade foarte lungi în comparație cu durata istoriei umane, poate chiar perioade comparabile cu erele geologice. Rezultă, deci, că pe lîngă vreo stea de genul Soarelui există civilizații cu preocupări științifice și cu posibilități tehnice mult mai mari decît cele de care dispunem noi acum.

Ființelor dintr-o asemenea societate Soarele nostru trebuie să le apară ca un loc potrivit pentru evoluția unei noi societăți. Este foarte probabil ca ele să fi așteptat multă vreme dezvoltarea științei din apropierea Soarelui. Trebuie să presupunem că ele au stabilit încă demult un canal de comunicație care într-o zi ne va deveni cunoscut și că așteaptă cu răbdare dinspre Soare semnalele de răspuns care le vor anunța că o nouă societate a intrat în comunitatea inteligenței. Ce fel de canal ar fi acesta?

---

* „Cosmic Search", ianuarie 1979 după „Nature", vol. 184, Nr. 4690, 1959.

Scanned with OKEN Scanner

Canalul optim

Comunicația interstelară prin plasma galactică fără dispersie în direcție și timp de zbor este realizabilă, după cunoștințele noastre, numai cu undele electromagnetice.

Întrucît obiectivul celor care manipulează sursa este de a găsi o societate de curînd evoluată, putem presupune că se va folosi un canal care să pună detectorului probleme minime de rezoluție frecvențială și unghiulară. În plus, canalul trebuie să nu fie mult atenuat în spațiul cosmic sau în atmosfera Pămîntului. Frecvențele radio mai mici de 1 Mc/s* și toate frecvențele situate dincolo de liniile de absorbție moleculară din jur de 30.000 de Mc/s, mergînd pînă la energiile radiației cosmice gamma, sînt susceptibile de absorbție în atmosferele planetelor. Benzile fizic posibile în domeniul aproape vizibil sau în domeniul radiației gamma necesită fie o putere foarte mare la emițător, fie tehnici foarte complicate. Opțiunea rezonabilă care rămîne este larga bandă radio de la, să zicem, 1 Mc/s pînă la 10^4 Mc/s.

În zona radio, emițătorul trebuie să concureze cu două fonduri: (1) emisiunea propriei stele locale (presupunem că puterea de rezoluție unghiulară a detectorului nu permite separarea sursei de stea întrucît este probabil ca sursa să fie situată înăuntrul unei secunde de arc față de steaua apropiată); (2) emisia galactică în lungul liniei de vedere.

*
* *

Spre ce frecvență trebuie să ne îndreptăm atenția?

Căutarea pe un spectru larg a unui semnal slab și de frecvență necunoscută este greu de realizat. Dar chiar în zona radio cea mai favorabilă se află o unică frecvență standard obiectivă, care trebuie să fie cunoscută oricărui observator din Univers: remarcabila linie de emisie radio de 1420 Mc/s (lungimea de undă de 21 de cm) a hidrogenului neutru. Este rezonabil să ne așteptăm ca într-un stadiu incipient al dezvoltării radioastronomiei să se construiască receptoare sensibile pentru această frecvență. Tocmai la acest lucru s-ar aștepta cei ce au pus în funcțiune presupusa sursă, iar stadiul actual al instrumentelor de pe Pămînt justifică într-a-

* 1 Mc/s = 1 megaciclu pe secundă = 1 milion cicli pe secundă.

Scanned with OKEN Scanner

devăr o asemenea așteptare. De aceea considerăm că este foarte promițător să se caute în vecinătatea a 1420 Mc/s.

În toate direcțiile din afara planului galaxiei emisia pe 21 cm nu apare din fondul general de radiație. În cazul stelelor situate pe direcții depărtate de planul galaxiei căutarea trebuie să se facă, deci, în jurul acestei lungimi de undă. Pe de altă parte, deplasările Doppler necunoscute provocate de mișcarea planetelor nevăzute sugerează că emisia observată poate să fie deplasată în sus sau în jos, față de frecvența atomică naturală asociată, cu plus sau minus 300 de kilocicli pe secundă (ceea ce corespunde cu viteze de plus sau minus 100 kilometri pe secundă). Fiind aproape de planul galaxiei, unde emisia pe 21 cm este puternică, s-ar putea ca frecvența sursei percepută din direcția Soarelui să se deplaseze spre extremitatea liniei naturale de fond.

Natura semnalului și sursele posibile

În acest domeniu, captarea semnalului este mai bună decît orice supoziții. Ne așteptăm ca semnalul să fie modulat în impulsuri, cu o frecvență pe secundă nu prea înaltă sau prea joasă, în funcție de lărgimea benzii și de rotații. Este de presupus că un mesaj va continua un timp măsurabil în ani, întrucît în orice caz nu se poate primi vreun răspuns mai devreme de cca 10 ani. Apoi el se va repeta de la început. Este posibil ca el să conțină diferite tipuri de semnale care să alterneze în cursul anilor. Pentru a fi identificat cu certitudine ca un semnal artificial, un semnal ar putea să conțină, de exemplu, o serie de impulsuri reproducînd o secvență de la începutul șirului numerelor prime sau operații aritmetice elementare.

Primul efort trebuie să fie consacrat examinării stelelor asemănătoare celei mai apropiate. Printre stelele aflate la o depărtare de pînă la 15 ani lumină, șapte au o luminozitate și o vîrstă similare Soarelui nostru. Patru dintre ele se află pe direcții cu fond slab. Ele sînt: Tau Ceti, O_2 Eridani, Epsilon Eridani și Epsilon Indi, și toate au declinație sudică. Alte trei, Alfa Centauri, 70 Ophiucus și 61 Cygni se află aproape de planul galactic și ca urmare apar pe fonduri mai puternice. Printre stelele cu tip spectral cunoscut aflate pînă la aproximativ 50 de ani lumină depărtare de Soare,

circa 100 au luminozitatea adecvată. Toate piticele din seria principală între GO și K2 cu o magnitudine vizuală sub aproximativ +6 sînt candidate.

S-ar putea ca cititorul să considere că aceste ipoteze țin exclusiv de domeniul literaturii științifico-fantastice. După părerea noastră, argumentele expuse mai sus demonstrează mai degrabă că prezența unor semnale interstelare este întrutotul concordantă cu ceea ce știm acum și că, dacă asemenea semnale există, dispunem în prezent de mijloacele de a le detecta. Puțini oameni ar nega profunda importanță, practică și filozofică, pe care ar avea-o detectarea unor comunicări interstelare. De aceea, considerăm că o căutare preferențială a unor astfel de semnale merită un efort considerabil. Probabilitatea succesului este greu de evaluat; dar dacă nu vom căuta, șansa de succes este nulă.

Scanned with OKEN Scanner

PHILIP MORRISON

DUPĂ DOUĂZECI DE ANI...*

Douăzeci de ani pot fi o perioadă suficient de lungă pentru a justifica unele amintiri personale. Ei încep cu un concert de muzică de cameră la Cornell Student Center, în cursul căruia m-am gîndit pentru prima oară la perspectivele astronomiei cu radiații gamma. Ideea părea bună și mă tem că n-am acordat atenția cuvenită cvartetului. La sfîrșitul anului 1958 am publicat primul conspect a ceea ce s-ar putea obține prin astronomia cu radiații gamma. Ca majoritatea teoreticienilor, subestimam grav dificultățile experimentale și a fost nevoie de aproape 15 ani pînă cînd experiențe noi să producă rezultate. Dar comunicarea publicată a stîrnit interes și chemarea pe care o cuprindea a avut ecou.

La cîteva luni după publicarea ei, într-o zi din primăvara anului 1959, ingeniosul meu prieten Giuseppe Cocconi a pătruns în biroul meu, prin ale cărui ferestre, orientate spre nord, se vedeau, dincolo de un mic lac, colinele înverzite din Ithaca. Giuseppe mi-a pus o întrebare uluitoare. Oare nu s-ar putea, a întrebat el, ca tocmai radiațiile gamma să fie mijlocul de comunicare între stele? Ele ar fi adecvate, asta era clar, și răspunsul meu a fost entuziast, dar precaut. N-ar trebui oare să studiem întregul spectru electromagnetic pentru a-i stabili posibilitățile și să căutăm efectiv cele mai bune mijloace ale unei asemenea legături?

În acele zile marele radiotelescop de la Jodrell Bank era în centrul atenției, iar eșecul de la Sugar Grove abia se profila. Nu-mi amintesc dacă aveam fie și cea mai mică informație despre marele radiotelescop de la Arecibo, care pe atunci

* „Cosmic Search", ianuarie 1979.

era poate doar ceva mai mult decît o rază de speranță pentru radiofizicienii de la Universitatea Cornell. Este cert, însă, că nici unul nu aveam nici cele mai elementare cunoștințe de radioastronomie. Ne-au fost necesare cîteva săptămîni de lecturi și discuții pentru a înțelege că: „Opțiunea rezonabilă care rămîne este larga bandă radio de la, să zicem, 1 Mc/s pînă la 10^4 Mc/s". Împreună am scris și rescris scurta scrisoare „Căutarea unor comunicații interstelare", pe care de la bun început am sperat să o publicăm în paginile preponderent teoretice ale revistei „Nature".

Giuseppe i-a scris lui Sir Bernard Lovell direct, solicitîndu-i să consacre cîtva timp acestei corvezi la Jodrell Bank, dar Lovell a fost foarte sceptic (ulterior Sir Bernard a scris că regretă indiferența lui față de propunerea noastră). Giuseppe și cu mine știam, desigur, că propunerea noastră era și neortodoxă și neverosimilă, dar am susținut și continuăm să susținem că argumentarea ei impune multă atenție. „Probabilitatea succesului este greu de evaluat; dar dacă nu vom căuta, șansa de succes este nulă".

Am trimis scrisoarea revistei „Nature" la Londra, prin profesorul Blackett, fizicianul influent și plin de imaginație, care lucra atunci la Imperial College și pe care-l cunoșteam, bizuindu-mă pe bunele sale oficii pentru ca scrisoarea să-mi fie acceptată. El a acționat prompt și cu succes și nota a apărut în scurt timp.

Înainte de publicarea ei plecasem din Statele Unite pentru o călătorie de un an în jurul lumii și-mi amintesc de interesul public pe care l-a stîrnit, tot felul de ziariști încercînd, după apariția articolului, să dea de mine în colțurile îndepărtate ale Europei și Asiei.

Cum se prezintă lucrurile după acești douăzeci de ani? În primul rînd, am străbătut ceea ce aș numi stagiul de pionierat. După proiectul deschizător de drumuri al lui Frank Drake, *Ozma*, care a fost prima cercetare efectivă, o jumătate de duzină de echipe de radioastronomi din S.U.A., Canada și U.R.S.S. au consacrat eforturi serioase cercetării. Cîteva dintre ele au folosit un anumit timp chiar echipamente speciale, dar în ansamblu aceste cercetări pot fi caracterizate drept preliminare. Nici una dintre echipe nu se pregătise să continue, cu îmbunătățiri și un efort mai îndelungat, o cercetare de durată, dobîndind posibilități în raport cu estimările mai puțin optimiste ale sarcinii. Acești pionieri au arătat

Scanned with OKEN Scanner

drumul și le sîntem profund îndatorați pentru ideile și devotamentul lor, iar faptul că pînă acum nu s-au obținut rezultate concrete nu este cîtuși de puțin neașteptat. Ei sînt oameni care trecînd pe lîngă căpiță au luat cîteva brațe de fîn și au căutat cu inteligență un ac. Faza de pionierat nu este chiar terminată. După părerea mea, sfîrșitul ei ar fi marcat de un efort de genul celui pe care NASA l-a propus în primăvara anului 1978 spre finanțare Congresului S.U.A.: un program vizînd echipament construit special care să fie folosit progresiv, într-un mod sistematic, timp de cîțiva ani, la scara unui amplu proiect de radioastronomie. Sarcina ar urma mai degrabă să fie împărțită între mai multe radiotelescoape mari, folosindu-se fiecare numai un anumit timp, decît să fie atribuită exclusiv unei singure instalații. Nu-i omenește să-i ceri cuiva să-și cheltuiască decenii din viață cu o cercetare lipsită de succes, chiar dacă rezultatul ei final va fi de mare importanță socială. Este, se pare, mult mai bine să se împartă sarcina, astfel încît nimeni să nu-și irosească întreaga carieră într-o cercetare importantă, dar care deocamdată nu a dat roade.

Creșterea pretutindeni a numărului și puterii calculatoarelor este cea mai pozitivă schimbare produsă în cei douăzeci de ani. Se vorbește azi cu dezinvoltură despre analizori spectrali cu canal megaciclic sau mai puternici; devine clar că putem duce la bun sfîrșit o cercetare chiar dacă toate strategiile imaginate pînă acum pentru canale, direcții sau intervale de timp speciale se vor dovedi greșite. Ceea ce pare să fie necesar este să se treacă de la faza de pionierat la un studiu sistematic și să se învețe prin încercări serioase ce și cum trebuie făcut. Cea mai negativă schimbare în cei douăzeci de ani a fost lenta maturizare a problematicii auxiliare. Pînă acum nu avem un rezultat clar și nu am găsit viață nicăieri în altă parte în sistemul solar. Afirmațiile inițiale despre „companioni" întunecați ai unor stele, indicînd existența altor sisteme planetare, par acum mai puțin sigure. În orice caz, stelele despre care se credea că au planete nu prezentau mari asemănări cu sistemul nostru solar. Ele sînt pitice roșii, cu companioni care par mai degrabă masivi. Tocmai în acest domeniu sper să se obțină cel mai repede un succes real: există metode noi care fac posibilă căutarea pe o scară mult mai largă a altor „sisteme solare" în cursul deceniului următor.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru mine, desigur, esențial nu a fost niciodată că trebuie să știm mult mai mult în privința șanselor înainte de a căuta. Esențial este că numai o cercetare, căutarea, poate situa pe plan empiric ceea ce este, la urma urmelor, o foarte veche speculație. Concluzia că sîntem sau nu singuri trebuie să se bazeze pe o cercetare experimentală, nu pe un șir de silogisme, căci nu cred că știința noastră este aproape de teorii sigure privind formarea planetelor, apariția vieții sau, în special, evoluția și durata societăților apte să comunice.

S-a ivit și un punct de vedere ciudat, pe care l-aș putea numi malthusian. El constă într-o supoziție de genul celei a lui Malthus și anume că societatea umană sau echivalentul ei va cunoaște o creștere nelimitată ca număr și capacități, astfel încît membrii ei vor fi siliți să călătorească și să se extindă spre alte stele, umplînd Galaxia într-un interval de durata unei epoci geologice sau chiar mai puțin. Dar o simplă privire a Galaxiei, care nu prezintă nici un fel de semne de colonizare intensă, sugerează puternic că am fi primii aici.

„Unde sînt ceilalți?" este o întrebare veche de peste treizeci de ani. Chiar și o asemenea argumentare este mai plauzibilă decît cea opusă, pe care aș putea-o numi aristotelică, anume că planeta noastră este singurul lăcaș nobil din tot universul și nici un alt loc nu poate găzdui rațiune și radiotelescoape. Consider, însă, că nici o poziție nu este atît de convingătoare ca punctul de vedere copernican, adoptat în scrisoarea noastră din 1959, care sugerează că sîntem ființe limitate, cu capacități limitate, crescînde dar limitate, ființe care nu sînt cîtuși de puțin sigure nici că vor deveni universale, nici că vor rămîne singure. Poate că vom afla, și tocmai acest lucru trebuie să încercăm să-l facem.

În sfîrșit, sarcina impune răbdare și o strategie mixtă, adică un plan care să nu pună fiecare ou separat în cîte un coșuleț. Nu știm și căutăm să micșorăm ignoranța noastră. Aceasta presupune o atitudine modestă, dorința de a încerca în multe direcții și de a învăța din ceea ce facem. Nici măcar alegerea microundelor nu este o certitudine, deși mie ea mi se pare în continuare cea mai adecvată. Într-adevăr, continui să cred că lungimea de undă de 21 cm rămîne orientarea bună; desigur, nu exact pe ea, ci în vecinătatea ei, ceea ce implică cercetarea unei benzi înguste, întărită și de alte cunoștințe.

Scanned with OKEN Scanner

De exemplu, dacă ar fi să se găsească semnale titanice din afara Galaxiei — greu de crezut din cauza puterii de emisie și răbdării pe care le presupun — cel mai probabil este să fie emise pe lungimea de 21 cm raportat la sistemul de referință cosmic în repaos, sistem definit de fondul termal de microunde. Acest lucru este universal cunoscut oricărui observator ca o situație ieșită din comun. Desigur, trebuie urmărite diferite frecvențe cînd se cercetează direcții diferite, deoarece soarele se deplasează în raport cu acest mare sistem de referință staționar. Dar alegerea frecvenței este aproape neîndoielnică.

Numeroasele emisii radio găsite de cînd a fost descoperită linia de 21 cm par prin însuși numărul lor să nu fie toate la fel de promițătoare, totuși ele nu trebuie să fie trecute cu vederea. La fel, captarea semnalelor pe o bandă îngustă continuă să pară alegerea cea mai bună, dar alte forme de modulație, mult mai puțin obișnuite decît semnalele continue sau chiar simplele impulsuri rapide, merită să fie luate în considerare. Toate acestea vor urma pe măsură ce efortul de căutare va deveni mai intens și mai sistematic.

Problema interferenței cu semnalele sateliților artificiali este serioasă și sperăm foarte mult ca întrunirea de la Geneva a Conferinței mondiale de administrare a frecvențelor radio să recunoască programul SETI și să adopte o măsură de protecție a frecvențelor urmărite. Orice persoană interesată poate să joace un rol în această direcție, solicitînd, prin guvernul țării sale, protecție pînă la sfîrșitul secolului, comunicînd la Geneva intervalele temporale în care se efectuează ascultarea.

Chiar azi, în timp ce scriam acest text, mi-am dat seama că în 1959, tocmai în lunile cînd lucram împreună cu Giuseppe Cocconi la scrisoarea trimisă revistei „Nature", imaginația mea era captivată de recent apărutul volum de astronomie al minunatei lucrări *Știință și civilizație în China* de Joseph Needham. Nu-mi amintesc cîtuși de puțin să-mi fi reținut atenția traducerea făcută de el din anticul Teng Mu (p. 221, vol. 3), dar e plăcut să mă gîndesc că am citit atunci rîndurile care se încheie cu următoarele cuvinte, azi familiare: „Cît de ilogic ar fi să presupui că în afară de cerul și pămîntul pe care le putem vedea nu există alte ceruri și alte pămînturi!" (Din „Lăuta lui Po Ya", sec. 13 î.e.n.).

Scanned with OKEN Scanner

FRANK D. DRAKE

AMINTIRI DESPRE PROIECTUL OZMA*

Ori de cîte ori mi se pomenește de proiectul Ozma, îmi amintesc cît de frig este la Green Bank la patru dimineața. Amintirile mele mai vii din acele zile sînt de fapt două: prima, lupta cu frigul în fiecare dimineață cînd mă cățăram spre focarul telescopului pentru a acorda amplificatorul parametric; a doua, momentul din prima zi de cercetare cînd un semnal puternic, neobișnuit, cu impulsuri a zumzăit în telescop de îndată ce l-am orientat spre steaua Epsilon Eridani. Atunci s-au petrecut, însă, și destule alte lucruri importante, numai că importanța unora dintre ele a reieșit abia peste ani.

Green Bank era, în 1959, un loc extrem de pasionant. Ni se dăduse mînă liberă și fonduri practic nelimitate să construim cel mai bun radioobservator din lume. Începusem să construim un telescop foarte costisitor, cel de 140 de picioare, a cărui terminare mai necesita mulți ani. Ne-am dat seama că trebuia de fapt să construim întîi un telescop mai mic pentru ca observatorul să devină operațional, să acumulăm o anumită experiență și astfel să ne luăm avînt. S-a convenit, deci, să se construiască un telescop de 85 de picioare, și pe la începutul anului 1959 el era terminat, instalație de o modernitate șocantă în contrast cu munții aceia sălbatici din Virginia de Vest.

Încă de pe la vîrsta de 8 ani mă întrebam care este originea oamenilor și dacă or mai exista și alții undeva în Univers. A fost deci firesc ca într-o bună zi la Green Bank să calculez de la ce distanță ar putea noul nostru telescop de 85 de pi-

* „Cosmic Search", ianuarie 1979.

cioare să detecteze semnale ale unei alte lumi dacă ele ar echivala cu cele mai puternice semnale emise atunci pe Pămînt. A rezultat că este vorba de aproximativ 10 ani lumină. Iar în limitele acestei distanțe erau cîteva stele foarte asemănătoare cu Soarele nostru.

Micul grup al oamenilor de știință care lucrau pe atunci la Observator obișuia ca o dată la cîteva zile să ia dejunul la un așa-zis restaurant — un birt la marginea drumului, cale de vreo 5 mile de noi, pe care-l botezasem „Pierre's" sau „Antoine's"*, deși „La lingura slinoasă" ar fi fost mult mai nimerit. Într-o zi cu ninsoare, pe la sfîrșitul iernii, cînd eram cu toții în localul acela prăpădit, am menționat în timpul mesei concluzia mea că folosind noul telescop ar fi posibil să detectăm semnale radio inteligente dinspre unele stele apropiate. Am propus să asamblăm, în acest scop, un echipament simplu — era vorba de un radioreceptor pe bandă îngustă — și să urmărim cîteva stele apropiate în vederea captării unor eventuale semnale. Director al observatorului național de radioastronomie era atunci Lloyd Berkner, pionier al studierii ionosferei, un entuziast al ideilor noi în știință, iar el fu întrutotul de acord. Și astfel, cînd am terminat de mîncat cartofii prăjiți și am sorbit ultima picătură de coca cola, Proiectul Ozma luase naștere.

Am hotărît că trebuie să construim echipamentul nostru pentru frecvența liniei de 21 cm. Radioreceptoarele cu bandă îngustă destinate Proiectului Ozma aveau să fie tocmai potrivite pentru cercetarea efectului Zeeman în linia de 21 cm a hidrogenului neutru. Astfel, pregătind echipamentul nostru pentru această lungime de undă îl puteam folosi și pentru celălalt experiment important. În plus, erau preîntîmpinate orice acuzații că am risipi fondurile alocate echipamentului. Pînă la urmă am cheltuit doar 2 000 de dolari pe componente speciale ale receptorului și nimeni nu s-a plîns.

Tot atunci venise la noi un vizitator, aflat în concediu, din Slough, Anglia. Era Ross Meadows și ca expert în electronică i s-a dat sarcina să facă toată salahoria montării receptorului Ozma. Conform standardelor actuale era un receptor simplu. Avea numai un canal de semnal și cel mai simplu output — un imprimator grafic. Am prevăzut, de asemenea, un magnetofon obișnuit conectat la sistem pentru eventualitatea că am fi recepționat ceva din spațiul cosmic! Receptorul avea

* Numele unor restaurante selecte — Nota trad.

Scanned with OKEN Scanner

și alte cîteva particularități importante. El se comuta alternativ la două cornuri de alimentare astfel încît să ne permită să deosebim un semnal din spațiul cosmic de un semnal terestru intrat prin loburile laterale ale antenelor. De atunci, această soluție a fost folosită într-o formă sau alta în aproape toate cercetările. Exista, de asemenea, un canal de referință cu care era comparat canalul de semnal; acesta era un procedeu obișnuit pe atunci, de altfel este și acum, și se recurgea la el pentru a elimina fluctuațiile în recepție ale receptorului și neliniaritățile. Întrucît pasul de bandă urma să fie de 100 de hertzi, oscilatoarele folosite în receptor trebuiau să fie puțin mai stabile decît cele obișnuite, dar nu foarte complicate. După cîtăva vreme Kochu Menon, un vechi prieten și coleg de-al meu de la Harvard, a venit la Green Bank și a participat și el la construirea receptorului.

Lucram la acest sistem, într-un ritm relaxat, de circa șase luni, cînd s-a produs un eveniment important. Giuseppe Cocconi și Phil Morrison de la Universitatea Cornell au publicat în numărul din septembrie al revistei „Nature" articolul lor, devenit pe bună dreptate celebru, care conținea calculele pe care le făcusem și eu, arătînd că omenirea ar putea să detecteze alte civilizații cu radiotelescoapele existente și sugerînd că linia de 21 cm este cea mai promițătoare bandă pentru căutarea semnalelor. Dintr-un motiv temeinic — statutul unic al acestei linii spectrale fundamentale a celui mai răspîndit și de bază atom al universului nostru, iar nu din rațiunile practice care mă ghidaseră pe mine. Articolul ne-a făcut să ne simțim bine, deoarece acum dispuneam de noi argumente în favoarea a ceea ce făceam.

Pe atunci nu-l cunoșteam pe Phil Morrison. Cînd eram student la Universitatea Cornell am fost pur și simplu copleșit de cîteva expuneri minunate ținute de el și tot el l-a sprijinit mult pe unul din cei mai buni prieteni ai mei. Totuși nu l-am cunoscut personal. Este și azi un conferențiar strălucit, dintre cei mai buni și, desigur, unul dintre promotorii activităților SETI. Pe Giuseppe Cocconi l-am întîlnit cu un an în urmă la Geneva, unde lucrează la CERN ca specialist în fizica nucleară.

Între timp devenise director la Green Bank astrofizicianul de renume mondial Otto Struve. În pofida fondului său conservator, el era unul dintre puținii astronomi importanți ai acelei perioade convinși că viața inteligentă este răspîndită în Univers și considera că trebuie acordat tot sprijinul

Scanned with OKEN Scanner

posibil oricăror cercetări care pot duce la detectarea de semnale ale vieții inteligente extraterestre. Astfel, el a fost în favoarea proiectului Ozma de la bun început și ne îndemna să accelerăm înfăptuirea lui.

Cu îndelungata lui experiență în domeniul astronomiei, Struve era conștient de importanța folosirii tuturor posibilităților de a cîștiga încrederea altora în idei, descoperiri și o cercetare temeinică. El știa că răsplata eforturilor în această direcție era obținerea unui sprijin suplimentar pentru o instituție. De aceea, spre surprinderea noastră, s-a arătat foarte frămîntat și dezolat cînd a apărut articolul lui Cocconi și Morrison. Era extrem de îngrijorat că observatorul Green Bank urma să piardă sprijinul pentru ceea ce el considera o idee importantă. De fapt, de la începutul proiectului Ozma ne așteptasem ca orice anunțare publică a lui să ne aducă pe cap o hoardă de reporteri, așa că am păstrat asupra întregii chestiuni cel mai strict secret. Iar acum Struve era foarte nemulțumit că procedasem astfel. S-a dat peste cap și o lună mai tîrziu a ținut cîteva prelegeri prestigioase la Institutul Tehnologic din Massachusetts, unde a folosit prilejul să laude întreaga activitate desfășurată la Green Bank în legătură cu căutarea vieții extraterestre. Și astfel secretul a fost dezvăluit. Privind acum în urmă putem spune că urmările n-au fost decît bune.

Cel dintîi rezultat a fost că ni s-a oferit folosirea unuia dintre primele amplificatoare parametrice operaționale din lume. Domeniul electronicii fusese recent revoluționat de două invenții: maserul* cu corp solid și amplificatorul parametric. Amîndouă asigurau receptorului sensibilități de zece ori mai mari decît pînă atunci. Dar amîndouă erau încă dispozitive de laborator și nu puteau fi folosite în practica de teren pe un radiotelescop mobil. De aceea am fost uluiți cînd o persoană care era în același timp un pasionat al radioului, un om inteligent, plin de inițiativă și președintele uneia din cele mai complexe companii electronice americane, Microwave Associates, ne-a oferit un amplificator parametric pus la punct, probabil cel mai bun din lume. Era Dana Atchley, Jr. Și nu numai că ne furniza amplificatorul, dar avea să ni-l trimită totodată pe inginerul său șef ca să-l instaleze.

---

* maser/de la „microwave amplification by stimulated emission of radiation" — „amplificarea microundelor prin emisie stimulată a radiației"/, instalație pentru generarea și amplificarea cuantică a radiațiilor electromagnetice din domeniul microundelor — nota T. Toro.

În ziua fixată, într-adevăr, am primit în birou un telefon că inginerul șef al companiei Microwave Associates sosise cu amplificatorul. Cînd am ajuns jos, chiar dacă aparent mi-am păstrat cumpătul, am suferit un adevărat șoc văzînd: 1) un automobil sport britanic, construit de Morgan, ultimul dintre tipurile cu caroserie de lemn, încins cu curele de piele care țineau capota închisă; 2) pe locul șoferului — un individ cu o barbă lungă arămie și în cap cu o beretă scoțiană roșie; și 3) pe locul pasagerului — amplificatorul parametric, hurducat tot drumul de la Boston pînă la noi. Șoferul era Sam Harris, cunoscut oricărui radioamator ca redactor șef al unei reviste de radio, iar multora — curînd și mie — cunoscut ca un geniu al electronicii. El proiectase amplificatorul parametric și era singurul din lume capabil să-l facă să funcționeze, iar acesta chiar funcționa. S-a apucat să-l instaleze, l-a pus în funcțiune, iar apoi m-a învățat să-l acordez, sarcină pentru care trebuia să mă tezesc zilnic de la ora 4 dimineața. Cînd totul a fost în ordine, s-a urcat înapoi în Morganul lui și dus a fost. Nu l-am mai văzut pînă într-o zi din 1966, cînd am întîlnit din nou barba aceea roșie; de astă dată făcea parte din echipa observatorului meu de la Arecibo (n-am avut nici un amestec în acest eveniment improbabil) și de atunci a rămas neîntrerupt acolo, continuînd să facă minuni.

Zoriți de Struve și de Dave Heeschen, venit și el la Green Bank, să ne ajute să progresăm cu Ozma, deoarece acum ne hărțuiau presa și comunitatea științifică, la începutul primăverii anului 1960 am reușit să avem tot echipamentul gata. În aprilie am început observațiile efective.

În prima zi a proiectului Ozma am pus deșteptătorul să sune la ora trei, m-am sculat amețit și am ieșit în ceața și frigul care aveau să-mi ureze regulat „bună dimineața!" timp de vreo două luni. La telescopul de 85 de picioare, operatorul întorcea telescopul astfel încît să mă pot cățăra în tubul de metal — nu mai lat decît un tobogan de evacuat gunoiul — care ducea în focarul telescopului. Acolo aveam de stat vreo 45 de minute gîdilînd ajustoarele micrometrice ale amplificatorului parametric și comunicînd cu operatorul telescopului ca să reglăm năstrușnica invenție a lui Harris astfel încît să-și facă treaba ca lumea. La început trebuia să repetăm operația de cîteva ori pe zi, variațiile de temperatură dereglînd acordul, dar cu trecerea timpului am găsit

Scanned with OKEN Scanner

modalități de a scăpa de această problemă. Cînd amplificatorul a fost acordat perfect, am coborît din focar, am intrat în clădirea de comandă și am conectat receptorul Ozma. Acesta era construit astfel încît să schimbe lent frecvența urmărită, modificarea fiind de 100 hertzi pe minut.

Apoi am fixat telescopul spre prima noastră țintă, steaua apropiată de tip solar Tau Ceti. De îndată ce telescopul a început să urmărească poziția stelei și receptorul a fost pus pe frecvența inițială, am pornit motorul reostatului variabil, înregistratorul grafic și magnetofonul. Proiectul Ozma pornise la drum! Ori de cîte ori cauți semnale radio extraterestre inteligente ai la început senzația că semnalul poate să răspundă imediat. Și astfel operatorii telescopului și cu mine am petrecut o dimineață cu sufletul la gură urmărind zigzagurile peniței înregistratorului grafic, convinși că *asta* este de fiecare dată cînd penița începea să urce. Pentru a vedea apoi că penița coboară din nou, dînd ascultare legii universale a statisticii gaussiene a zgomotelor. Și așa pînă la amiază, cînd Tau Ceti a coborît la apus.

Apoi am întors telescopul spre al doilea obiectiv al nostru, steaua de tip solar Epsilon Eridani. Pe atunci se considera că este o stea singulară; recent au fost indicii că are unii companioni. Mi-ar fi plăcut să știu acest lucru atunci, pentru că totul ar fi fost mai pasionant. Am prins steaua în telescop și am conectat înregistratoarele. Adăugasem și un megafon, astfel încît să auzim ce prinde receptorul. Am pornit iar înregistratorul grafic și magnetofonul și ne-am instalat pentru ceea ce devenise deja o muncă de rutină.

Au trecut cîteva minute. Și deodată: bum! Pe neașteptate înregistratorul grafic a început să se zbată. Auzeam explozii de zgomote ieșind din megafon într-un ritm de 8 pe secundă, iar înregistratorul grafic își arunca penița de 8 ori pe secundă. Nu mai văzusem așa ceva niciodată în toate observațiile făcute la Green Bank. Ne-am uitat unii la alții cu ochii mari. Să fie totul atît de simplu? Unii oameni chiar preziseseră că semnalul extraterestru cel mai rațional ar fi o serie lentă de impulsuri, întrucît aceasta ar dovedi originea lor inteligentă. (Pe atunci nimeni n-avea idee de existența pulsarilor.) Deodată mi-am dat seama că în planificarea noastră fusese o fisură. Considerasem detectarea unui semnal ceva atît de improbabil încît nu prevăzusem niciodată ce să facem dacă se recepționa efectiv un semnal real. Aproape simultan fiecare din încăpere a întrebat: „Și acum ce facem?

Scanned with OKEN Scanner

Schimbăm frecvența?" Ei bine, cea mai probabilă sursă a unui fals semnal era Pămîntul și puteam să verificăm acest lucru deplasînd telescopul de la stea pentru a vedea dacă semnalul dispare. Așa am și procedat și bineînțeles că îndată ce am abandonat steaua semnalul a dispărut. Am revenit la stea. Semnalul însă n-a mai apărut. Hait! A fost realmente de pe stea, sau fusese de pe Pămînt și încetase în intervalul cînd abandonasem steaua? Imposibil de aflat. Iar noi eram cuprinși de starea de încordare și de toată acea tensiune și energie pe care nu aveam cum să le descărcăm într-un mod folositor.

Ce-am făcut? Zi de zi, cînd orientam telescopul spre Epsilon Eridani, acordam receptorul pe frecvența pe care fusese auzit semnalul. Ascultam o jumătate de oră sau mai mult, iar apoi reveneam la baleierea frecvențelor. Am conectat și un al doilea receptor la o simplă antenă corn care ieșea din camera de comandă și putea să înregistreze interferențele. A trecut o săptămînă, dar semnalul n-a reapărut. Spre dezolarea noastră, unul dintre salariații noștri l-a chemat la telefon pe un prieten din Ohio și i-a spus de semnal. Știrea a fost transmisă mai departe unui amic reporter de ziar și brusc am fost potopiți de cereri de informații cu privire la semnalul misterios. „Ați detectat într-adevăr o altă civilizație?"; „Nu!"; „Dar ați recepționat *efectiv* un semnal puternic cu aparatura voastră?"; „Nu putem discuta pe această temă". Deci, aha, ascundeam ceva. Pînă și azi numeroși oameni mai cred în mod greșit că am recepționat semnale de la o altă lume, dar că o instituție guvernamentală a naibii ne-a cerut să păstrăm cel mai strict secret.

Adevărul l-am aflat, pînă la urmă, la vreo zece zile după ziua cea mare. Deodată semnalele au reapărut, explozii de zgomote radio pătrunzînd de opt ori pe secundă în telescopul de 85 de picioare. Dar tot atît de puternic le prindea și mica antenă corn pe care o instalasem la fereastră. Semnalele nu puteau fi decît interferențe radio produse de om. Urmărindu-le, le-am auzit întîi crescînd, iar apoi scăzînd în intensitate, ca și cînd ar fi fost emise de pe un avion care ne survola la mare înălțime.

Ca urmare am sistat ascultarea intenționată pe acea frecvență specială cînd telescopul era îndreptat spre Epsilon Eridani.

Săptămînile treceau, se adunau sute de metri de benzi de magnetofon și de hîrtie de înregistrare și pe ele nimic alt-

Scanned with OKEN Scanner

ceva decît zgomot de fond. Eram acum experți în studierea înregistrărilor pentru depistarea unor semnale. Devenise chiar plictisitor și mi-am dat seama că oricît de importantă și de pasionantă este căutarea de semnale extraterestre, asemenea căutări ar trebui să se facă numai împreună cu cercetarea astronomică regulată, pentru a obține tot timpul rezultate care, la urma urmelor, să le amintească cercetătorilor de existența unor lucruri stranii și minunate pe cer. Astfel, ei vor continua să-l scruteze.

În cursul Proiectului Ozma am avut la Green Bank cîțiva vizitatori deosebiți, care astăzi, privind în urmă, ne apar mult mai importanți decît pe vremea aceea.

Unul, venit pentru cîteva zile, a fost Theodore, Hesburgh, pe atunci foarte tînărul și promițătorul președinte al universității Notre Dame. El considera că a căuta viață extraterestră este ceva foarte bun și însuflețitor. Tot el a scris prefața la cel mai recent studiu SETI.

Un altul a fost John Lear, redactorul șef pentru știință al publicației „Saturday Review of Literature". Era un titan printre cei ce scriau despre știință — de exemplu, a fost primul care a denunțat abuzurile din industria de medicamente. El dorea să asiste la făurirea istoriei și înțelegea că detectarea unei alte civilizații, dacă într-adevăr s-ar întîmpla așa ceva, ar fi ISTORIE. De aceea venise la Green Bank, unde ședea tăcut într-un colț al camerei de comandă, urmărindu-ne cum manipulam în mod misterios cabluri și butoane, zile de-a rîndul, și așteptînd căderea trăznetului. Apoi a publicat unul dintre cele mai bune articole despre natura și importanța căutării vieții extraterestre.

Un al treilea vizitator, la care nici nu ne gîndisem, a fost vicepreședintele cu probleme de cercetare al Corporației Hewlett-Packard, o companie care producea tot felul de osciloscoape, aparate de măsură și alte dispozitive electronice pe care le foloseam atît noi cît și oricare alt observator. Bernard M. Oliver pogorî într-o zi din cer, cu un avion închiriat, plin de entuziasm, să vadă ce se întîmplă în sălbăticia din Virginia de Vest. De fapt, cum a reieșit, venirea lui nu avea nimic surprinzător, deoarece și pe el îl preocupau de mulți ani mijloacele de a detecta alte civilizații. Inventator de succes, expert în electronică și fizician, el știa deja totul în această privință și era încîntat că în sfîrșit cineva avusese prilej să întreprindă ceva. Din acel moment a hotărît că tre-

Scanned with OKEN Scanner

buie să se facă mai mult. Recent, ca director al proiectului „Cyclops Study", „Barney" Oliver a devenit liderul elaborării planurilor unor sisteme deosebit de complexe pentru detectarea de semnale radio inteligente extraterestre. Cînd i se vor împlini intențiile, cum va fi odată, vom vedea radiotelescoape de zece mii de ori mai puternice decît cel de 85 de picioare baleind cerul nu pe una, ci, poate, pe miliarde de frecvențe simultan. Strașnic.

După o lună de cercetări am făcut o pauză. Apoi altă lună de cercetări și întreaga gamă a frecvențelor plauzibile ale liniei hidrogenului a fost explorată la ambele stele. Știam că exista posibilitatea ca noi să fi urmărit steaua potrivită, pe frecvența potrivită, dar într-un moment cînd emițătorul „lor" era oprit; așa că o nouă observație merita, poate, osteneala. Dar din timpul de lucru al telescopului nu se mai putea aloca nimic pentru proiectul nostru: erau de făcut foarte multe cercetări de astronomie. Și astfel Proiectul Ozma a luat sfîrșit.

Astăzi, cu telescopul de la Arecibo și cu receptorul nostru de 1008 canale, în mai puțin de o secundă putem reface — de fapt putem face mai bine — tot ce s-a realizat în cadrul Proiectului Ozma. Și totul este acum cald și confortabil. Dar aceasta nu înseamnă nicidecum că efortul de atunci a fost zadarnic. Numai dacă facem tot ce ne stă în puteri cu mijloacele cele mai bune ale momentului putem găsi calea de a fi mai eficienți pe viitor. Așa cum Proiectul Ozma a contribuit la realizarea sistemelor mult mai bune de azi, uriașele telescoape și calculatoare actuale vor fi înlocuite în viitor de instrumente și mai puternice. O scară nu poate fi folosită dacă îi lipsesc cîteva trepte, iar treptele trebuie parcurse toate, pe rînd.

Scanned with OKEN Scanner

I.S. ȘKLOVSKI

PROBLEMA CIVILIZAȚIILOR EXTRATERESTRE ȘI ASPECTELE EI FILOZOFICE*

În articolul de față ne vom ocupa de o problemă extrem de veche și fundamentală a științei: este omenirea singură în Univers? Avem oare, în Univers, „frați întru inteligență"? Trebuie să spunem din capul locului că problema încă nu este rezolvată. Mai mult chiar, nu se știe cînd va fi rezolvată. Și, în sfîrșit, nici nu știm dacă în general e posibilă rezolvarea ei. Observăm imediat un profund contrast între claritatea enunțului problemei și lipsa soluției. La prima vedere, numai unele teoreme esențiale ale matematicii (mai ales din teoria numerelor) au această proprietate. Există, însă desigur și o mare deosebire între enunțul problemei în discuție și teoremele matematice amintite. Dacă, de exemplu, „marea teoremă a lui Fermat" este formulată din punct de vedere logic în mod ireproșabil, în schimb „claritatea" enunțului problemei civilizațiilor extraterestre este numai *aparentă*. Chiar noțiunea fundamentală de „viață inteligentă" este departe de a fi elementară și necesită o analiză profundă.

Nu am cîtuși de puțin intenția de a da răspunsuri exhaustive la numeroasele întrebări, inclusiv filozofice, care se ridică în legătură cu problema civilizațiilor extraterestre. Sarcina prezentului studiu este mult mai limitată: de a enunța și de a releva unele din aceste chestiuni.

Înainte de toate, să facem o mică digresiune istorică Nu este corectă părerea că problema pluralității lumilor locuite a fost rezolvată (desigur, speculativ) în chip diferit de filozofii materialiști și de cei idealiști. Oricît de paradoxal s-ar părea, majoritatea filozofilor celor două orientări erau

---

* „Voprosî filosofii", nr. 2, 1973.

Scanned with OKEN Scanner

de acord în această problemă. Materialiștii din școala lui Epicur, Lucrețiu sau idealistul Kant erau profund convinși că, pe lîngă Pămînt, mai există și alte lumi locuite de ființe inteligente. Biserica creștină, dînd curs unei interpretări unilaterale a filozofiei lui Aristotel, care socotea că Pămîntul este centrul Universului, a respins ideea pluralității lumilor locuite. Dar, de la Giordano Bruno, care a fost ars pe rug pentru asemenea idei, a trecut mult timp, iar reprezentanții „luminați" ai bisericii contemporane „argumentează" cazuistic că ideea pluralității lumilor locuite n-ar contrazice „Sfînta Scriptură".

Filozofii și oamenii de știință din secolele XVII—XIX erau profund convinși că viața inteligentă este răspîndită peste tot în Univers, chiar pe Lună și Soare. Aceasta era în concordanță cu nivelul foarte scăzut al științei acelor vremi, care era cu precădere mecanicistă. Numai unele minți înclinate spre scepticism cereau prudență sau exprimau îndoieli timide că, de exemplu, Luna ar fi locuită. Astăzi situația s-a schimbat radical. Cu cît cunoaștem mai bine Universul, cu atît ne depărtăm de ideile primitive potrivit cărora ființe inteligente s-ar afla pretutindeni, adică pe diversele corpuri cerești din întregul Univers.

La fel ca pe timpul lui Giordano Bruno, nici azi nu putem răspunde la chestiunea fundamentală: avem oare în Univers frați întru inteligență? Ar fi, desigur, o mare eroare să socotim că de la acest gînditor italian, care a pierit atît de tragic, știința n-ar fi progresat cîtuși de puțin în rezolvarea acestei probleme. Deși chestiunea fundamentală — sîntem oare singuri în Univers? — rămîne fără răspuns, cum fusese cu multe secole în urmă, modul de a pune problema s-a schimbat radical. Am arătat deja că problema pluralității lumilor locuite n-a fost o barieră care să-i separe pe filozofii materialiști de cei idealiști. Trebuie să subliniem, de altfel, că și la filozofii materialiști convingerea că lumile locuite sînt numeroase a fost, în esență, idealistă, deoarece se baza pe *credință*. Nu se aplicau nici un fel de metode *științifice* în analiza acestei probleme, și nici nu se puteau aplica, deoarece ideile de atunci asupra Universului erau prea primitive, sau chiar naive.

Schimbarea radicală a situației s-a produs abia în urmă cu 20—25 de ani. Această schimbare este legată de revoluția ce s-a înfăptuit în ultimele două decenii în astronomie și în biologie, cele două științe care sînt astăzi în avangarda științelor moderne ale naturii. Esența acestei revoluții rezidă

Scanned with OKEN Scanner

în faptul că astronomia modernă, înarmată cu cea mai nouă tehnică, folosește gama tuturor lungimilor de undă, iar extinderea enormă a posibilităților de observare a permis descoperirea unor legități total necunoscute ale Universului. A devenit clar că Universul nu este ceva încremenit, ceva dat o dată pentru totdeauna, ci ne oferă imaginea unei uluitoare diversități a evoluției continue, a unor schimbări calitative prin salturi. Astronomia modernă este, de la un capăt la celălalt, *evoluționistă*. Toate obiectele cosmice, fără excepție, trebuie să fie considerate în mod necesar în dezvoltarea lor și în legătura lor cu alte obiecte. Aceste legături reciproce se disting adesea printr-un uimitor și surprinzător fel de a fi propriu. Fără nici un fel de exagerări, trebuie să spunem că întreaga dezvoltare a astronomiei în secolul al XX-lea reprezintă o confirmare strălucită a viziunii materialist-dialectice a dezvoltării naturii și exclude cu desăvîrșire concepția metafizică, naivă.

Cea mai mare realizare a astronomiei moderne este stabilirea cu destulă precizie a „scării vîrstelor" diferitelor obiecte din Univers. De exemplu, știm acum că „durata de viață" a nebuloaselor planetare este doar de cîteva zeci de mii de ani, în vreme ce marile aglomerări de gaz din spațiul interstelar, așa-numitele nebuloase „difuze", „trăiesc" milioane de ani, vîrstă de asemenea „copilărească" dacă avem în vedere dimensiunile Universului.

Vîrsta stelelor variază și ea între cele mai largi limite. Printre ele există și „sugari", a căror vîrstă nu depășește cîteva sute de mii de ani, căci procesul de formare a stelelor din mediul interstelar alcătuit din gaze și pulbere cosmică continuă și acum, literalmente sub ochii noștri. Există și stele foarte bătrîne, care s-au format aproape imediat după formarea Galaxiei noastre, — acestea sînt așa-numitele „stele din generația I". Sistemul nostru stelar — Galaxia — s-a format cu 10—15 miliarde de ani în urmă, și această vîrstă coincide, de fapt, cu vîrsta părții observabile a Universului.

Aceasta înseamnă că în epoca de formare a galaxiei noastre, cît și a celorlalte sisteme stelare, Universul era mult mai tînăr decît azi și avea caracteristici calitativ deosebite de Universul contemporan cu noi. Deosebirea calitativă rezultă chiar și din simplul fapt că pe atunci nu existau în Univers nici galaxii nici stele. Nu era decît un gaz cu o structură destul de simplă, un amestec de hidrogen și heliu. Celelalte elemente chimice, care au făcut posibilă uriașa diver-

Scanned with OKEN Scanner

sitate a formelor de mișcare și dezvoltare a materiei în Universul actual (inclusiv forma cea mai complexă de dezvoltare a materiei care este viața) nu existau pe atunci. Ele au apărut ulterior, în interiorul stelelor din generația I, în cursul exploadării unor mari concentrări de materie — nucleele galactice, cît și în cursul altor procese, în mare parte încă necunoscute.

Este esențial, de asemenea, că în epoca de formare a galaxiilor Universul era cam de 10 ori mai mic decît astăzi; ca urmare, densitatea medie a materiei era în el de sute de ori mai mare ca azi. Această concluzie importantă rezultă din expansiunea observabilă în prezent a galaxiilor din Univers, expansiune care se manifestă prin fenomenul „deplasării spre roșu"* în spectrele lor. Într-o epocă și mai veche, cînd vîrsta Universului era „doar" de cîteva milioane de ani, el reprezenta o concentrație destul de densă de plasmă fierbinte din hidrogen și heliu, încălzită pînă la temperatura de aproximativ 5000° și umplută de radiația de echilibru de aceeași temperatură. Această materie, care avea o structură foarte simplă („sfera de foc"), se dilata, se răcea, și abia după condensarea ei în galaxii și stele a trecut prin acele transformări evolutive minunate care au și condus la marea varietate calitativă a formelor complexe ale materiei observabile azi în Univers.

Trebuie să subliniem, în mod deosebit că tabloul de mai sus al dezvoltării materiei în Univers nu este rezultatul unor speculații (în spiritul filozofilor Greciei antice), ci este fundamentat în mod riguros și cu toată scrupulozitatea, cu ajutorul analizei faptelor observate. De exemplu, începînd cu anul 1965, astronomii observă așa-numita radiație „remanență" a Universului — „fosilă" a acelei epoci îndepărtate cînd Universul nu era decît o „sferă de foc".

Tabloul etapelor evoluției materiei în Univers, — tablou stabilit de știința contemporană —, duce cu necesitate la concluzia că dezvoltarea se face într-o direcție precisă *de la*

---

* *DEPLASARE SPRE ROȘU* — creșterea aparentă a lungimii de undă a unei radiații emise de o sursă care se îndepărtează de observator, semnalată prin deplasarea liniilor spectrale spre extremitatea roșie a spectrului. Este o consecință a efectului Doppler. Fenomenul a fost observat la toate galaxiile și la obiecte cerești îndepărtate /quasari/ stabilindu-se că deplasarea liniilor crește cu distanța / efect Hubble / fiind interpretat ca o expansiune a Universului (Nota T. Toro).

Scanned with OKEN Scanner

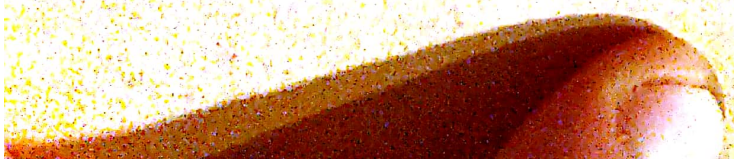
simplu la complex. Într-adevăr, în decursul celor 10—15 miliarde de ani de dezvoltare a materiei în Univers a avut loc o continuă *complicare* a structurii lui și a caracterului conexiunilor atît între diferitele sisteme materiale, cît și în limitele aceluiași sistem. Dezvoltarea astronomiei moderne a dovedit absolut clar istoricitatea diferitelor forme de existență a materiei. Stelele, galaxiile, roiurile de galaxii sînt categorii *istorice*. Aceasta înseamnă că a fost un timp cînd ele n-au existat. De asemenea, este neîndoielnic că stelele din Univers vor dispare și ele cu timpul. Are loc un proces parțial ireversibil de condensare a materiei „difuze" în stele. Înăuntrul acestora hidrogenul se transformă în heliu și în elemente mai grele, proces care constituie sursa energetică a radiației emise de stele. Consumînd cea mai mare parte a combustibilului lor, care este hidrogenul, stelele se transformă în așanumitele „pitice albe"*, apoi în stele neutronice, iar în final în „găuri negre", care deocamdată au rămas în multe privințe enigmatice pentru știință. Aceste forme recent descoperite de existență a materiei se deosebesc calitativ de stelele obișnuite fie și prin faptul că după trecerea unui timp de la formarea lor, ele încetează practic de la sine să mai radieze.

Dacă „piticele albe" au fost descoperite încă la începutul secolului nostru, descoperirea stelelor neutronice și a „găurilor negre" a devenit posibilă abia în zilele noastre, pe baza succeselor radioastronomiei și ale astronomiei Roentgen. Stelele obișnuite (adică corpuri cu strălucire proprie, radiind datorită reacțiilor nucleare care au loc înăuntrul lor) „trăiesc" cu atît mai mult cu cît masa lor este mai mică. De aceea, stelele pitice, au o masă de aproximativ 10 ori mai mică decît a Soarelui, vor exista, după cum arată calculele, încă multe mii de miliarde de ani, cu alte cuvinte vor atinge o epocă extrem de îndepărtată, cînd vîrsta Universului va fi de o mie de ori mai mare decît azi. Deocamdată, e greu să pronosticăm cum va arăta atunci Universul. Probabil că expansiunea lui va continua. În particular, distanțele dintre galaxii se vor mări de o mie de ori, gazul interstelar de fapt va dispare, luminozitatea galaxiilor va scădea de mii de ori.

Stelele și galaxiile fiind categorii istorice, același lucru este valabil și pentru viața în Univers. E de la sine înțeles

---

* PITICĂ ALBĂ — stea aflată în stadiul final al evoluției sale, caracterizată prin luminozitate mică, avînd masa mai mică decît 1,44 mase solare / limita Chandrasekhar/ (Nota T. Toro).



Scanned with OKEN Scanner

că nu se poate vorbi despre viață în primele etape ale dezvoltării Universului, ceea ce reiese chiar și din compoziția chimică a „sferei de foc" primordiale care era pe atunci Universul. Dacă mai adăugăm la aceasta temperatura enormă, cît și faptul elementar că în plasma sferei de foc nu puteau să existe nici un fel de molecule atunci concluzia noastră va fi și mai întemeiată și evidentă. Sistemul nostru solar s-a format cu aproximativ 5 miliarde de ani în urmă, dintr-o nebuloasă alcătuită din gaz și pulbere cosmică. Pe atunci, galaxia noastră, ca și Universul, erau cam de două ori mai tinere decît azi, dar trăsăturile lor generale erau pe deplin asemănătoare cu cele ale sistemului nostru stelar de azi. Aceasta nu înseamnă că galaxia noastră era exact ca în prezent. Multe stele (de exemplu, Sirius, Vega) încă nu se „născuseră" și, în general, stelele vecine erau cu totul altele. Dar o serie de caracteristici fundamentale ale galaxiei noastre — dimensiunile, structura spirală, luminozitatea totală, compoziția gazului interstelar — erau pe atunci aproximativ cele din zilele noastre. Viața pe Pămîntul primitiv a apărut, sub formele ei incipiente, cu mai bine de 3 miliarde de ani în urmă. Se va dezvolta ea oare pe Pămînt veșnic?

La această întrebare directă știința modernă poate să dea de pe acum un răspuns pe deplin fundamentat: dacă viața inteligentă nu va atinge culmile cele mai înalte ale dezvoltării ei și nu va deveni un factor cosmic, viața pe Pămînt trebuie să se sfîrșească după un timp foarte mare, dar finit, de circa 5—6 miliarde de ani. Aceasta, din cauză că Soarele, consumîndu-și în decursul acestui timp rezervele de combustibil nuclear, va începe să se „umfle"; dimensiunile lui vor crește de multe ori, iar temperatura suprafeței lui va scădea. Puterea radiației lui se va mări însă de mai multe zeci de ori, iar acest fenomen va fi fatal pentru dezvoltarea și existența însăși a vieții pe Pămînt, căci temteratura pe suprafața planetei noastre va depăși 1000°C. Dar, dacă într-un viitor atît de îndepărtat viața inteligentă nu numai că se va păstra, ci chiar se va dezvolta puternic, omenirea, în principiu, va putea coloniza planetele și asteroizii care se găsesc la distanțe mari de Soare, transformîndu-le artificial. Timp pentru aceasta va fi mai mult decît suficient, căci transformarea Soarelui într-o stea gigantă roșie este un proces extrem de încet, nicidecum catastrofic. Este adevărat că după „cîteva" sute de milioane de ani această

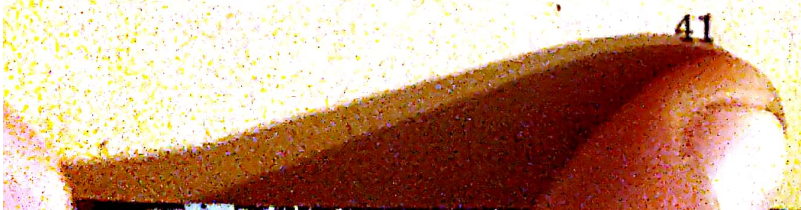
Scanned with OKEN Scanner

gigantă roșie, după ce își va pierde învelișul exterior, se va transforma într-o „pitică albă", care, răcindu-se, va înceta de fapt cu totul să mai radieze (stadiul de „pitică neagră"). În această situație nu va fi nimic de făcut: dacă viața inteligentă nu se va fi stins pînă atunci, ea va trebui să „emigreze" dincolo de limitele sistemului nostru solar. Repet, timp pentru aceasta va fi mai mult decît suficient. Chestiunea e dacă va mai exista atunci viață inteligentă și în ce se va transforma ea. Despre aceasta vom vorbi mai jos.

Deocamdată, am vorbit numai despre viața de pe Pămînt. Este, însă, probabil că planeta noastră nu e nicidecum unicul sediu al vieții și chiar al vieții inteligente. Desigur, putem considera că și la scară „universală" viața este o categorie istorică. Despre imposibilitatea vieții în etapele mai vechi ale dezvoltării Universului am vorbit mai sus. Autorului acestei lucrări i se pare de asemenea destul de logic ca după multe zeci de miliarde de ani, viața, dacă se va pune problema menținerii ei, să devină calitativ alta.

Ajunși aici trebuie să definim înșeși noțiunile fundamentale de „viață" și „inteligență". Problema e departe de a fi elementară. De exemplu, dacă vorbim despre viață nu numai la scara planetei noastre — a Pămîntului ci la scara întregului Univers, atunci definiția cunoscută a vieții ca mod de existență a corpurilor proteice, definiție care reflectă caracteristicile esențiale ale vieții *pămîntești*, nu mai este satisfăcătoare. Căci, într-adevăr, nu putem să excludem posibilitatea ca în lumi îndepărtate să existe viață pe o bază cu totul diferită (adică nu pe bază de carbon). În această situație, cea mai bună definiție, din punctul meu de vedere, este definiția *„funcțională"* a vieții, aparținînd lui A.A. Leapunov: „Viața este o stare foarte stabilă a materiei care folosește pentru producerea reacțiilor de menținere informația codificată în stările diferitelor molecule". Analiza amănunțită a acestei formulări se găsește în cartea „Universul, viața, inteligența" scrisă de autorul prezentului articol și de aceea, neavînd aici spațiu, nu vom zăbovi asupra ei.

Punctul de vedere „funcțional" asupra noțiunilor de „inteligență" și „gîndire" îl aplică în mod consecvent matematicianul nostru de seamă, academicianul A. N. Kolmogorov. Abordarea cibernetică a acestei probleme ne permite să tragem concluzia foarte importantă că nu există o deosebire *de principiu* între o ființă inteligentă „naturală", vie, și un mecanism artificial construit anume. Modelarea ori-



Scanned with OKEN Scanner

căror sisteme, oricît de complicate, inclusiv a celor „inteligente", nu are din principiu limite.

Acum vom încerca să analizăm problema principală: cîte civilizații cu o dezvoltare superioară pot exista în Galaxie? Să notăm această mulțime cu N. E ușor de înțeles că N poate fi reprezentat ca produsul mai multor factori (formula lui Drake):

$$N = n \cdot P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot \frac{t_1}{T},$$

unde „n" este numărul total al stelelor în Galaxie, P_1 — probabilitatea ca steaua să aibă un sistem planetar, P_2 — probabilitatea apariției vieții pe o planetă proprie, P_3 — probabilitatea ca în procesul de evoluție viața pe planetă să devină inteligentă, P_4 — probabilitatea ca în procesul dezvoltării sale viața inteligentă să intre în faza „tehnologică", legată de cunoașterea legilor obiective ale naturii și de transformarea activă a acesteia din urmă, t_1 este durata medie a erei de dezvoltare tehnologică, T este ordinul de mărime al vîrstei Galaxiei. Factorul t_1/T e necesar pentru ca N să corespundă civilizațiilor planetare existente *simultan* în Galaxia noastră.

Înainte de toate, trebuie să subliniem că în cazul nostru termenul de „probabilitate" nu are sensul matematic obișnuit. Într-adevăr, aplicațiile obișnuite ale teoriei probabilităților presupun întotdeauna existența unei mulțimi statistice. În cazul nostru, însă, toate mărimile care intră în formula lui Drake se cunosc numai într-un *singur exemplar*. Cunoștințe suficient de precise avem deocamdată despre un *singur* sistem planetar și anume sistemul nostru solar. Cunoaștem doar o *singură* planetă pe care viața a apărut și a devenit inteligentă în procesul de evoluție. Întreaga istorie a dezvoltării vieții este irepetabilă și nu poate fi „jucată din nou". S-ar părea că, în general, nu am putea vorbi aici despre estimări probabilistice. Necesarmente „probabilitățile" P_1 care figurează în formula lui Drake au caracterul unor estimări mai mult sau mai puțin subiective ale unor specialiști destul de competenți. De aici vine și un termen nou pentru desemnarea acestui fel de estimări probabilistice — „probabilitate subiectivă", termen care a fost foarte des auzit la Simpozionul sovieto-american pentru civilizații ex-

Scanned with OKEN Scanner

traterestre, care a avut loc la observatorul din Biurakan, în septembrie 1971.

Cu tot caracterul lor arbitrar, astfel de estimări nu sînt lipsite, totuși, de sens. Principalul este că progresul științei are o tendință clar exprimată de a transforma probabilitățile „subiective" în probabilități „obiective". Voi explica aceasta printr-un exemplu simplu și totodată important. Încă cu aproximativ 35 de ani în urmă, mărimea P_1 avea caracterul unei „probabilități subiective". Și știm acum că știința primelor trei decenii ale secolului nostru a comis o eroare gravă în evaluarea ei. Conform teoriei cosmogonice a lui Jeans, care era pe atunci dominantă, sistemul nostru solar ar fi un fenomen extrem de rar, de fapt unic, printre sutele de miliarde de stele care alcătuiesc galaxia noastră. Jeans, hipnotizat de cunoscuta dificultate legată de distribuția anormală a momentului cinetic între Soare și planete (98% din moment este legat de mișcarea orbitală a planetelor și numai 2% de rotația Soarelui în jurul axei sale), considera că Sistemul solar s-a format în urma unui eveniment foarte rar și anume trecerea foarte aproape de Soare a unei alte stele. Ținînd cont de faptul că distanțele medii între stele depășesc de zeci de milioane de ori dimensiunile lor, iar vitezele relative ale stelelor sînt de ordinul cîtorva zeci de kilometri pe secundă, se poate arăta ușor că în decursul întregii istorii a Galaxiei numărul acestui fel de ciocniri poate fi socotit, cum se zice, pe degetele unei singure mîini (cu excepția unei regiuni mici, de lîngă centrul Galaxiei, unde datorită densității stelare, cu mult mai mari decît în vecinătatea Soarelui, probabilitatea ciocnirilor între stele este mai mare).

Eroarea lui Jeans a fost că el s-a mărginit la latura pur mecanică a problemei distribuției momentului cinetic între Soare și planete. Dezvoltarea magneto-gazo-dinamicii (care pur și simplu n-a existat pe timpul lui Jeans) a oferit posibilități cu totul noi de explicare a distribuției anormale a momentului cinetic și a înlăturat, în mare măsură, această dificultate clasică a cosmogoniei. Și implicit premisa principală a ipotezei lui Jeans a rămas în aer. Lovitura de grație i-au dat-o însă observațiile, adică practica astronomică reală. Analizînd mișcarea proprie a uneia dintre stelele cele mai apropiate de noi, — renumita „stea zburătoare a lui Barnard" (numită astfel pentrū că, datorită apropierii de noi, se deplasează pe cer mai repede ca oricare alta în raport cu stelele vecine: în decurs de 170 de ani cu o distanță egală

cu diametrul Soarelui) —, astronomul american Van de Kamp a descoperit că această mișcare nu este rectilinie, ci ar avea un caracter „ondulatoriu". Aceasta se explică prin existența în vecinătatea stelei lui Barnard a unor sateliți invizibili, a căror forță de atracție acționează asupra ei. Cu un fenomen ca acesta astronomii s-au întîlnit și pînă acum, nu o singură dată. Întotdeauna s-a dovedit că sateliții invizibili sînt stele foarte mici, cu o radiație slabă, ale căror mase depășesc aproximativ de zece ori masa planetei gigante Jupiter. În cazul stelei lui Barnard, însă, analiza făcută, cu multă grijă, a arătat că în jurul acestei stele se rotesc *trei* sateliți invizibili, masele lor fiind foarte apropiate de masa lui Jupiter. Masa celui mai masiv satelit este de 1,26 față de masa lui Jupiter, iar perioada de rotație a acestui satelit în jurul stelei lui Barnard este egală cu 24,8 ani; distanța pînă la stea este egală cu 4,5 unități astronomice, adică aproape egală cu distanța între Jupiter și Soare. Masele celorlalți doi sateliți sînt chiar mai mici decît masa lui Jupiter. Ele sînt egale cu 0,63 și 0,89 din masa lui Jupiter, perioadele de rotație sînt respectiv egale cu 12,5 și 6,1 ani, iar distanțele lor pînă la stea sînt respectiv egale cu 2,9 și 1,8 unități astronomice. E foarte posibil ca în sistemul stelei lui Barnard să mai existe un număr oarecare de sateliți, mai puțin masivi, care nu pot fi descoperiți cu ajutorul analizei variațiilor mișcării proprii a acestei stele.

Dar un corp cosmic avînd o masă mai mică decît masa lui Jupiter nu mai este stea! Cu alte cuvinte, un astfel de obiect nu poate fi un corp care emite lumină proprie. Temperatura materiei în interiorul lui este de-abia de ordinul a o sută de mii de grade, în timp ce temperatura în interiorul stelelor „normale" se ridică la zeci de milioane de grade. Din cauza temperaturii relativ scăzute, în obiectele cosmice cu masă mică nu au loc reacții nucleare, însoțite de degajarea de energie. În acest caz nu acționează nici alte izvoare de energie (de exemplu, procesul de contracție treptată a obiectului cosmic). Prin urmare, un astfel de obiect este întru totul asemănător prin natura lui planetelor gigante de tipul lui Jupiter și Saturn. Partea principală a momentului cinetic în sistemul stelei lui Barnard este concentrată în mișcarea orbitală a planetelor ei, ceea ce face ca sistemul să fie în această privință absolut similar sistemului nostru solar. Și astfel, conform observațiilor astronomice s-ar putea ca steaua cea mai apropiată de Soare *să aibă sistem planetar.*

Scanned with OKEN Scanner

Prin urmare, putem să afirmăm că există o probabilitate foarte mare (nicidecum subiectivă!) ca sistemele planetare să fie foarte răspîndite în Galaxia noastră. La același rezultat se poate ajunge și pe o cale indirectă, analizînd mișcarea de rotație a stelelor din diferite clase spectrale. Această mișcare e foarte rapidă la stelele relativ fierbinți; ea se încetinește brusc, aproape prin salt, cînd se trece la stelele de tipul Soarelui și la stele mai reci. Dacă întregul moment cinetic al Sistemului Solar (conținut, după cum s-a amintit mai sus, mai ales în mișcarea orbitală a planetelor) ar fi trecut asupra Soarelui, atunci viteza rotației lui crește de 50 de ori și s-ar apropia de viteza de rotație a stelelor fierbinți. De aici putem trage concluzia perfect întemeiată că vitezele mici de rotație ale stelelor pitice relativ reci se explică prin aceea că ele sînt înconjurate de planete, care ar fi „absorbit" aproape întregul moment cinetic, în timp ce stelele relativ fierbinți nu posedă sisteme planetare. Astrofizica teoretică modernă dă astfel o explicație absolut naturală deosebirii dintre stelele fierbinți și cele reci. Firește, nu e cazul să ne oprim aici mai mult asupra acestei probleme. Astronomia modernă de observație și cea teoretică au dat o fundamentare sigură concluziei că în Galaxie există *foarte multe* sisteme planetare, făcînd astfel ca mărimea P_1 să treacă din categoria „probabilității subiective" în cea a probabilității matematice obișnuite, ceea ce este foarte important pentru noi. Eu estimez că mărimea P_1 este mai mare decît 0,01. Nu este exclus ca ea să fie mai mare decît 0,1. Aceasta înseamnă că în Galaxia noastră trebuie să existe cel puțin cîteva miliarde de sisteme planetare. Desigur că nu este cazul să demonstrăm că evaluarea *reală* (nu subiectivă) a mărimii P_1 constituie o realizare foarte mare a astronomiei moderne și este foarte important pentru problema noastră.

Cu părere de rău trebuie să spunem, însă, că în cazul celorlalte P_i care intră în formula lui Drake lucrurile stau mult mai prost. Aici nu avem încotro: ne găsim pe de-a-ntregul sub presiunea estimărilor subiective. Chiar de la bun început apar mari dificultăți în evaluarea mărimii P_2, a „probabilității subiective" a apariției vieții pe o planetă oarecare. Ni se pare destul de evident că viața n-ar putea să apară pe *orice* planetă. Un exemplu bun, pentru a ilustra cele spuse, îl constituie sistemul nostru planetar. Astăzi, după realizările de seamă ale astronauticii, ai căror martori am fost în decursul ultimului deceniu, putem afirma cu un

Scanned with OKEN Scanner

mare grad de certitudine că dintre toate planetele Sistemului Solar numai pe Pămînt a apărut cîndva viața și s-a dezvoltat în cursul a miliarde de ani. Încă acum 10—15 ani, am fost mult mai optimiști. Cercetările efectuate cu ajutorul stațiilor interplanetare automate sovietice și americane, au relevat condițiile naturale extrem de aspre de pe Marte, cît și presiunea atmosferică mare, temperatura ridicată și compoziția chimică „nefavorabilă" pentru viață a atmosferei pe Venus. Or, tocmai aceste planete erau de multă vreme considerate ca leagăne posibile ale vieții în sistemul nostru solar. Căci, într-adevăr, nu putem vorbi cît de cît serios despre existența vieții pe încinsul Mercur, unde se topește plumbul, sau pe planetele gigante reci, saturate de gaze otrăvitoare și lipsite de suprafață solidă și de hidrosferă (cu toate că unii oameni de știință prea optimiști au încercat să susțină că viața e posibilă pe astfel de planete). În general vorbind, e destul de limpede că e nevoie de întrunirea unei serii de factori „favorabili" pentru ca viața *să poată apărea* pe o planetă. Planeta trebuie să aibă dimensiunile și masa potrivite, temperatura favorabilă apariției vieții (care depinde mai ales de distanța ei pînă la steaua centrală); după cît se pare este foarte importantă existența hidrosferei și, în fine, e nevoie de o compoziție potrivită a atmosferei.

În consecință, e foarte posibil ca evaluarea noastră a mărimii P_1 să fie întrucîtva optimistă. Totuși, această circumstanță nu este atît de esențială cum poate părea la prima vedere. Doar prin analogie cu Pămîntul și cu steaua lui Barnard (despre care ne permitem deja să vorbim în acest sens), în jurul unei stele trebuie să fie *multe* planete. Și e foarte probabil ca una dintre ele să fie favorabilă apariției vieții. Așa încît chiar dacă mărimea P_1 se va micșora, ea nu se va micșora „catastrofal". La evaluarea mărimii P_2 este vorba despre altceva. Să admitem că planeta „potrivită" există. Care este probabilitatea ca pe ea să apară forma cea mai primitivă a vieții?

Fapt e că știința modernă — trebuie s-o spunem deschis — *nu poate* să răspundă la întrebarea: „Cum a apărut viața pe Pămînt?" Pentru a încerca să dăm un răspuns fundamentat științific, trebuie, firește, să pătrundem mult mai profund în „mecanismul" vieții. După părerea mea, pînă la apariția biologiei moleculare, pînă în momentul cînd biologii au descifrat codul genetic nu se putea vorbi serios des-

Scanned with OKEN Scanner

pre căile posibile de apariție a vieții pe Pămînt. Acest proces reprezintă o transformare *calitativă* a materiei în cursul dezvoltării ei, transformare care s-a produs pe baza unor transformări cantitative de lungă durată. În trecut, această latură foarte importantă a problemei era de fapt *ocolită*. Atenția era concentrată asupra căilor posibile de formare, în condițiile naturale, a acelui material organic (de exemplu a aminoacizilor) din care se construiește substanța vie. Dar orice colecție de combinații organice, oricît de complexe, încă nu este viață. Înainte de toate trebuie să înțelegem cum din aceste „complexe" s-a născut o „mașină" cu proprietățile ei de „replicare", cu capacitatea de a produce mutații și alte minuni ale regnului viețuitoarelor. Deocamdată nu este depășită prăpastia enormă dintre cele mai primitive forme ale vieții (de exemplu, virusurile) și colecția de substanțe organice foarte complicate, dar totuși nevii. De aceea, în nici un caz nu putem exclude ipoteza ca prima substanță vie să fi apărut pe Pămîntul primitiv *întîmplător* sau chiar să fi fost adusă sub formă de spori din Cosmos. Nicidecum însă nu afirm că lucrurile s-ar fi petrecut tocmai așa. E foarte posibil ca pe atunci condițiile naturale întrunite pe Pămînt să fi fost atît de favorabile, încît viața trebuia să apară în mod *inevitabil*. Dificultatea problemei este că la nivelul actual al științei, încă nu sîntem în stare să decidem între aceste posibilități opuse. Situația se complică și prin faptul că cel puțin decenii, dacă nu chiar secole de aici înainte nu vom putea rezolva această problemă cu mijloacele astronomiei și ale cosmonauticii. Aceasta rezultă chiar și din faptul că, la drept vorbind, nici acum, după atîția ani de cercetări, nu putem spune cu toată certitudinea dacă există sau nu viață pe Marte. Iar dificultatea cercetărilor astrobiologice pe sistemele planetare cele mai apropiate de noi este incomparabil mai mare decît a cercetărilor pe Marte. Așa stînd lucrurile, consider că toate speranțele trebuie să ni le punem în biologia modernă, care se dezvoltă atît de impetuos. Aș avea în vedere modelarea condițiilor care au existat pe Pămîntul primitiv (și, pentru că a venit vorba, trebuie să spunem că ceea ce știm despre aceste condiții este deocamdată evident insuficient) și încercarea de a obține în aceste condiții viață artificială. Abia cînd această problemă va fi abordată *experimental*, vom putea evalua rezonabil mărimea P_2.

Așadar mărimea P_2 se poate situa între cele mai largi limite. Ea poate să fie infinit mică (dacă viața a apărut pe

Scanned with OKEN Scanner

Pămînt întîmplător); aceasta este varianta „pesimistă". În varianta „optimistă" însă dacă viața pe planetele de tip Pămînt apare cu *necesitate*, P_2 poate să fie foarte mare, aproape egal cu unitatea. Și, cinstit vorbind, pentru moment nu se poate spune nimic în plus.

Trecînd la evaluarea mărimii P_3, ne găsim, după părerea mea, în fața unei probleme cu mult mai puțin dificile. Dezvoltarea logică în timp atît a naturii nevii (Universul), cît și a celei vii (viața pe Pămînt) are loc de la simplu la complex. Această dezvoltare este dialectică. Ea rezidă în trecerea prin acumularea de schimbări cantitative, la forme calitativ noi ale materiei în mișcare. De aceea, nu este deloc de mirare că într-o anumită etapă a evoluției vieții pe Pămînt, a cărei forță motrice a fost selecția naturală darwiniană și mutațiile, au putut să apară ființe care au folosit unelte primitive de muncă și de vînătoare drept mijloc puternic în lupta pentru existență. Dezvoltarea în continuare a acestei specii, eliberarea ei treptată de calea pur biologică de evoluție, au condus la apariția pe Pămînt a unor ființe inteligente. Dialectica acestui proces a fost descoperită la timpul său de către Engels. Civilizațiile cele mai vechi ale Egiptului, Mesopotamiei, Indiei au provenit, logic inevitabil, de la ramapiteci care erau aproape ca animalele și care au trăit acum 10—15 milioane de ani. Socot că evaluarea mărimii P_3 ca fiind foarte apropiată de unitate (nefiind, în nici un caz, prea mică) este cea mai potrivită. Desigur că aceasta este o „probabilitate subiectivă".

Ne întîmpină dificultăți cu mult mai mari cînd încercăm să evaluăm mărimea P_4. Avem toate temeiurile să presupunem că ea nu ar putea să fie prea mare. Într-adevăr, oare calea tehnologică de dezvoltare a civilizației să fie chiar inevitabilă? Dar știința modernă, bazată pe studiul și cucerirea naturii, există abia de ceva mai mult de 350 de ani (putem situa începuturile ei în epoca lui Galilei, care primul a înțeles taina mișcării mecanice, ceea ce nu fusese accesibil, de exemplu, științei antice). Desigur, era tehnologică de dezvoltare a civilizației nu este deloc obligatorie, pentru „supraviețuirea" speciei. Dimpotrivă, ea poate să fie chiar dăunătoare. Să ne amintim, de exemplu, de o problemă foarte acută a zilelor noastre, problema protecției mediului natural în care trăim, problemă care nu putea să apară decît în cazul dezvoltării tehnologice a societății. Faptul că era tehnologică de dezvoltare a societății nu este nicidecum

Scanned with OKEN Scanner

inevitabilă reiese din exemplul societății sclavagiste a antichității. Știința acelor vremi a fost, de exemplu, foarte aproape de descoperirea motorului cu aburi. Dar cauze obiective, și în primul rînd orînduirea sclavagistă, au împiedicat venirea erei tehnologice, amînînd-o cu un mileniu și jumătate.

E necesar să subliniem că o societate care urmează drumul unei dezvoltări netehnologice nu trebuie să fie socotită înapoiată și primitivă. Cultura unei astfel de societăți poate atinge cele mai înalte culmi. Să ne amintim, de exemplu, de arta chineză din epoca dinastiei Tang sau de arta Japoniei feudale. Moravurile pot fi foarte rafinate, literatura poate crea adevărate capodopere. Nu va avea loc o dezvoltare de genul aceleia pe care o vedem în societățile tehnologice avansate (creșterea energeticii, mijloacele de comunicații noi care progresează repede ș.a.). Desigur că evoluția unei astfel de societăți va avea loc, vor fi de asemenea și salturi revoluționare, condiționate de contradicțiile de clasă. Pentru noi însă este important că interesele acestei societăți și sarcinile ce stau în fața ei se deosebesc radical de interesele societății tehnologice avansate, și care continuă să se dezvolte impetuos. Să mai observăm că și o societate fără clase poate urma drumul unei dezvoltări netehnologice.

Aceste probleme profunde și extrem de interesante ar trebui să fie analizate de *specialiști* folosind creator metoda dialectică. Consider că aceste probleme au importanță nu numai referitor la civilizațiile extraterestre. Oricum, e departe de a fi clar dacă etapa tehnologică este inevitabilă în dezvoltarea vieții inteligente. Aceasta înseamnă că rațional mărimea P_4 ar fi mai mică decît unitatea. Pe de altă parte, după cum ne sugerează intuiția, P_4 nu poate fi nici o cantitate infinit de mică. În orice caz, în ce privește mărimea P_2 nedeterminarea este cu mult mai mare. Ținînd seama, însă, de faptul că estimările noastre sînt făcute *grosso modo*, este pe deplin admisibil să punem P_4 egal cu unitatea.

În sfîrșit, ajungem la chestiunea foarte importantă a evaluării mărimii t_1, reprezentînd vîrsta civilizației tehnologice avansate și care continuă să progreseze. Această mărime, alături de P_2, este hotărîtoare în evaluarea numărului civilizațiilor cu o dezvoltare superioară existente în Galaxie *simultan cu noi*. Totodată, trebuie să existe o corelație a valorii lui t_1 cu potențialul științific și tehnic al civiliza-

Scanned with OKEN Scanner

ției, cu capacitatea ei de a transforma radical partea din mediul cosmic care o înconjură. E clar că dacă t_1 este mare, acest potențial poate atinge o valoare foarte mare. E un lucru general cunoscut că în decursul ultimelor trei secole, producția de energie, trăsătură atît de importantă a potențialului științific și tehnic al omenirii, a crescut după o lege exponențială. În perspectiva secolelor, poate chiar a deceniilor următoare, caracterul „exploziv" al creșterii potențialului științific și tehnic va face cu siguranță ca societatea noastră să devină un *factor cosmic*. Omenirea a și făcut primii pași, deocamdată timizi, în această direcție. De exemplu, dezvoltarea sistemului mondial al televiziunii a dus la un rezultat neașteptat. Căci, într-adevăr, undele radio din domeniul metric, folosite cu precădere în transmisiuni de televiziune, nefiind reflectate de ionosfera terestră și nefiind împiedicate de nimic altceva, se pierd în spațiul cosmic. Ținînd seama de numărul emițătoarelor radio existente pe Pămînt, de puterea lor și de durata medie a emisiunilor, se poate spune că Pămîntul emite pe unde din domeniul metric o putere de aproximativ un milion de ori mai mare decît dacă ar radia în mod natural ca un corp încălzit pînă la 300° K. E un exemplu la care ar trebui să reflectăm. În numai 2—3 decenii, datorită dezvoltării tehnologice a civilizației pămîntești, o caracteristică de importanță „globală" a planetei noastre cum este puterea ei de radiație a crescut enorm. Ca urmare a activității ființelor inteligente, Pămîntul, în ceea ce privește puterea radiației sale în domeniul undelor metrice, se situează pe primul loc printre planete, depășind planetele gigante Jupiter și Saturn și fiind (deocamdată!) numai în urma Soarelui! Ce va fi, însă, peste cîteva secole?

Încă de la primii săi pași în spațiul cosmic înconjurător, omenirea și-a manifestat natura sa activă, transformatoare. Miliarde de ani în jurul Pămîntului s-a rotit numai singurul lui satelit „veșnic" — Luna. Acum, însă, cîte sute (sau poate chiar mii) de sateliți artificiali se rotesc în jurul lui? Omul a și început să modifice „planul general" al Sistemului solar. Ca o completare, la cei doi sateliți naturali pe care-i are, Marte a căpătat doi sateliți artificiali. E drept că, în conformitate cu calculele, ei nu vor avea o viață foarte lungă și vor cădea destul de repede pe suprafața planetei roșii. Dar, cum se spune, „doar începutul e greu". În curînd va avea și Venus sateliți artificiali, apoi, cu certitudine, le va veni rîndul și planetelor mari.

Scanned with OKEN Scanner

Și mai remarcabil, însă, este faptul că de îndată ce au „păşit" în spațiul cosmic apropiat, oamenii s-au și apucat să elaboreze proiecte îndrăznețe care la prima vedere s-ar părea că țin de domeniul fantasticului. De exemplu, proiectul de transformare a atmosferei lui Venus prin trimiterea pe planetă a algei chlorella, proiectele de „remorcare" a unor asteroizi etc. Pentru o perspectivă mai îndepărtată se fac proiecte și mai temerare. De exemplu, proiectul lui Dyson de creare a unei sfere enorme în jurul Soarelui cu rază de o unitate astronomică, folosind pentru această construcție materia planetelor mari. După ideea lui Dyson, omenirea, pentru care Pămîntul va deveni în curînd foarte strîmt, va putea popula această sferă. Venind vorba, să remarcăm că mult înaintea lui Dyson idei asemănătoare au fost dezvoltate de către K.E. Țiolkovski.

Astăzi avem impresia că potențialul științific și tehnic, dezvoltîndu-se măcar în același ritm, dacă nu într-un ritm accelerat, va atinge o valoare oricît de mare. Oare așa să fie? Înainte de toate, nu este corect să extrapolăm ritmurile actuale de creștere a forțelor de producție și a potențialului științific și tehnic pe un interval de timp foarte lung. Mai degrabă epoca noastră reprezintă un fel de „perioadă de tranziție", după care ar urma un „platou" de durată mai lungă sau mai puțin lungă. Putem face aici o analogie cu actuala „explozie demografică" din țările în curs de dezvoltare. Nu încape îndoială că peste cîteva decenii creșterea actuală extrem de rapidă a populației din aceste țări se va încetini simțitor și numărul populației se va stabiliza. Putem da un exemplu și din domeniul temei pe care o discutăm. E foarte posibil ca zborul lui „Apollo XVII" pe Lună, la sfîrșitul anului 1972, să fie ultima expediție a oamenilor pe satelitul nostru în secolul al XX-lea. O astfel de întreprindere este prea costisitoare și nici chiar un stat cu posibilitățile economice ale S.U.A. nu poate suporta mult timp povara unor cheltuieli atît de mari. Și, totodată, contradicțiile foarte acute din viața societății americane impun să se acorde mai multă atenție problemelor „terestre".

Chiar dacă în procesul expansiunii nelimitate a inteligenței este inevitabil să aibă loc pauze, tendința fundamentală de a cuceri un volum mereu crescînd al spațiului cosmic se poate totuși menține. Pe de altă parte, este posibil ca dezvoltarea societății să dea naștere unor interese absolut noi

Scanned with OKEN Scanner

care să elimine interesul pentru cucerirea Cosmosului. De aici rezultă nemijlocit că problema civilizațiilor extraterestre și a stabilirii contactelor cu ele este într-o mare măsură o problemă viitorologică. Am în vedere necesitatea unor prognoze fundamentale ale tendințelor de bază ale dezvoltării societății, înainte de toate ale societății fără clase, pe o perioadă de cîteva secole înainte... Actualmente pe planeta noastră există sistemul mondial socialist. Desigur că pînă la triumful definitiv, pe tot Pămîntul, a modului comunist de viață, mai e cale lungă și grea. Totuși, s-ar cuveni să schițăm încă de pe acum fie și în liniile cele mai generale, etapele principale ale dezvoltării viitoare a societății comuniste pe Pămînt, deoarece această societate nu poate fi ceva încremenit, inert. Ea este *obligată* să se dezvolte, în caz contrar așteptînd-o degenerarea și dispariția.

Crearea viitorologiei marxiste, dar a uneia cît mai concrete posibil, este o sarcină de mare importanță, și nu numai pentru problema pe care o discutăm. Numai că aceste probleme viitorologice încă nu sînt studiate la noi cu toată seriozitatea. Clasicii marxismului au avut curajul să privească cu un secol înainte, văzînd în aceasta sensul vieții și activității lor. Fie ca exemplul lor să-i călăuzească pe filosofii noștri care vor avea curajul să se ocupe de această problemă dificilă și, s-o spunem de-a dreptul, ingrată. Deocamdată, însă, își aruncă privirea într-un viitor relativ îndepărtat, atît la noi cît și peste hotare, numai scriitorii literaturii de anticipație, cum ar fi R.D. Bradbury, S. Lem și alții.

Care sînt chestiunile la care trebuie să răspundă viitorologia marxistă? Înainte de toate, trebuie rezolvat conflictul, contradicția dintre tendința spre dezvoltarea nelimitată a forțelor de producție și a potențialului științific și tehnic al societății, de o parte și, de cealaltă parte, caracterul limitat al resurselor Pămîntului, mai ales în legătură cu necesitatea conservării mediului înconjurător, căruia i se aduc prejudicii catastrofale. Încă de pe acum țările dezvoltate economic sînt nevoite „să facă echilibristică pe tăișul unui cuțit", astfel că problema nu este exclusiv de domeniul viitorului. Trebuie să lămurim și o altă chestiune: poate fi oare concepută o dezvoltare (nu stagnare, ci *dezvoltare*) a societății, fără creșterea cantitativă a forțelor de producție? Ce înseamnă dezvoltarea *„calitativă"* și numai calitativă a

Scanned with OKEN Scanner

forțelor de producție ale societății? În prezent este foarte răspîndit punctul de vedere că o astfel de societate trebuie să degenereze în mod inevitabil. Așa să fie oare? Și încă o chestiune: vine oare, la urma urmei, în contradicție cu tezele fundamentale ale filosofiei marxiste teza cu privire la dispariția inevitabilă a oricărei societăți într-un viitor mai mult sau mai puțin îndepărtat? Fr. Engels a fost singurul care a reflectat asupra acestei probleme (vezi introducerea la *Dialectica naturii*). Cunoscutul lui răspuns se reduce la afirmația că nu vine în contradicție. În această problemă mă situez total pe poziția lui Engels, pe care o consider un model de dialectică. Tocmai de aceea putem vorbi despre mărimea t_1 din formula lui Drake. Toată chestiunea constă în a ști care e valoarea lui t_1.

La Simpozionul de la Biurakan cu privire la civilizațiile extraterestre, aceste chestiuni au constituit obiectul unei atenții deosebite din partea colegilor noștri americani. Din partea sovietică nu s-a purtat nici o discuție în această problemă. Pur și simplu în compoziția delegației sovietice n-au fost specialiști competenți în aceste probleme, ceea ce, desigur, este regretabil. Americanii au vorbit mult despre „pierderea interesului" pentru expansiunea cosmică, despre eventualitatea instaurării pe Pămînt, în viitor, a unei „vîrste de aur" lipsite de intelect și de dezvoltare, a unui fel de „Polinezie interioară" (Stent ș.a.). Este evident că toate aceste considerații, uneori destul de interesante, sînt lipsite de seriozitate științifică. Ele ar trebui să fie criticate. Dar cine e în stare s-o facă cu competență și concret? Aici se vede încă o dată necesitatea unei abordări responsabile a problemelor viitorologice de către filozofia marxistă.

Trecînd acum la evaluarea mărimii t_1, trebuie să spunem că toate considerațiile existente în această problemă le putem împărți în două grupe. Partizanii unui punct de vedere țin la o „scară scurtă" a duratei fazei tehnologice în dezvoltarea societății, de ordinul miilor și chiar al sutelor de ani. Ei își întemeiază punctul de vedere pe ritmul prea impetuos de dezvoltare a civilizației noastre în ultimele două secole, ceea ce ar putea să aibă ca urmare crize acute, epuizarea resurselor materiale, consecințe ireversibile datorită poluării mediului înconjurător și, în sfîrșit, o posibilă schimbare radicală a intereselor societății, în particular pierderea interesului pentru expansiunea cosmică nelimitată. De aici rezultă

Scanned with OKEN Scanner

că factorul t_1/T din formula lui Drake are o valoare foarte mică, de ordinul lui 10^{-7}. Partizanii „scării lungi" sînt atît de „optimiști", încît consideră că factorul t_1/T este aproape de unitate. Trebuie să remarcăm că majoritatea părerilor în această privință, ca și părerea autorului prezentului articol, conțin încercări de fundamentare a „scării scurte". Se poate spune fără dubiu că numărul „pesimiștilor" este mult mai mare decît al „optimiștilor". Din punctul de vedere al celor dintîi, numărul total al civilizațiilor tehnologice înaintate din Galaxie care există simultan cu noi nu poate depăși cîteva sute. Se poate găsi însă un oarecare compromis între punctele de vedere ale „pesimiștilor" și „optimiștilor".

Deoarece încă nu există o viitorologie marxistă gata elaborată și neavînd la dispoziția noastră ceva mai bun, putem proceda în modul următor. Să admitem că civilizațiile tehnologice care se dezvoltă în mod independent una de alta sînt amenințate de fel de fel de crize, dintre care unele le pot duce la pieire. Există, totuși, o anumită probabilitate ca unele civilizații (fie chiar o mică parte din ele) să poată învinge situațiile de criză și să se dezvolte în mod nelimitat (mai corect, „practic nelimitat"), sporind exponențial potențialul lor științific și tehnic și folosind enormele resurse materiale și energetice ale mediului cosmic înconjurător. Dacă numărul civilizațiilor din sistemul nostru stelar este destul de mare, e firesc să presupunem că numărul „supercivilizațiilor" tehnologice va fi diferit de zero. Acest fel de „supercivilizații" vor putea avea o scară proprie a timpului t_1 care depășește cu mult durata medie de existență a civilizațiilor „obișnuite" (să zicem, de tipul celei existente pe Pămînt). De aici rezultă că în virtutea valorii mari a factorului t_1/T, majoritatea civilizațiilor existente simultan pot fi supercivilizații. Scara activității lor trebuie să fie cu adevărat cosmică. În principiu, ținînd seamă de faptul că timpul caracteristic de creștere a potențialului științific și tehnic este întotdeauna cu mult mai scurt decît orice scară cosmogonică „naturală", sînt posibile aici două tipuri de civilizații. Acestea sînt „civilizația de tip II", care și-a însușit resursele materiale și energetice ale „propriei" stele centrale și ale sistemului ei planetar și „civilizația de tip III", care și-a însușit toate resursele sistemului ei stelar. Conform acestei clasificări, propusă acum cîțiva ani de N.S. Kardașev, civilizațiile cu un nivel mai mult sau mai puțin apropiat de civilizația noastră terestră formează tipul I.

Scanned with OKEN Scanner

Un indice adecvat al nivelului de dezvoltare a unei civilizații tehnologice îl constituie nivelul producției de energie. În cazul civilizației terestre acest nivel va atinge în curînd aproximativ 10^{20} erg/sec. Să reținem că puterea fluxului radiației solare incidente pe planeta noastră este de ordinul a 10^{24} erg/sec. Creșterea în continuare de cîteva sute de ori a producției de energie poate să transforme Pămîntul într-un corp cosmic dezechilibrat sub raport energetic. Temperatura medie a planetei noastre ar crește cu cîteva grade, cu consecințe extrem de grave (de exemplu, topirea ghețurilor Antarcticii).

După ce va fi învins diferitele stări de criză, o civilizație de tip II va putea să folosească pînă la 10^{33} erg/sec și resurse uriașe de materie (de exemplu, ale planetelor mari „inutile", dacă ele există în sistemul planetar dat). De la sine înțeles că purtătorii unei civilizații de acest tip trebuie să-și însușească și să transforme integral sistemul „lor" planetar. Deși o asemenea situație pare fantastică la prima vedere, ne putem convinge ușor că dacă un astfel de proces de transformare a sistemului planetar a început și însușirea resurselor Cosmosului apropiat înaintează într-un ritm destul de modest (să zicem, dublarea resurselor materiale și a prelucrării energiei stelei în decurs de o sută de ani), atunci pentru transformarea totală a sistemului planetar va fi nevoie de un timp neînsemnat din punct de vedere astronomic: doar cîteva mii de ani! Noi am inclus în acest timp și procesul „de tranziție" al ieșirii treptate a civilizației în Cosmos și al cuceririi lui relativ lente. Ce se poate spune oare despre civilizațiile de tip III, care au ajuns la o capacitate energetică de ordinul a 10^{42} erg/sec și au transformat galaxiile lor în termene ce nu depășesc milioane de ani (astfel de termene sînt determinate, înainte de toate, de dimensiunile galaxiilor, ale căror diametre sînt măsurabile în sute de mii de ani-lumină)?

Cu tot caracterul fantastic al supoziției că în Univers este posibil să existe civilizații de tipurile II și III, nu putem afirma că această supoziție ar fi lipsită de logică. O astfel de supoziție decurge în mod inevitabil din tendința constatată a dezvoltării civilizației noastre tehnologice și din teza „optimistă" a posibilității învingerii tuturor situațiilor de criză și contradictorii cu care ar fi confruntată o astfel de dezvoltare. Și, totuși, trebuie să remarcăm că acest raționament nu este dus pînă la capăt, deoarece, pe drept cuvînt, se naște

Scanned with OKEN Scanner

întrebarea „copilărească": de ce, la drept vorbind să ne mărginim la civilizațiile de tip III? Oare nu ne putem imagina o expansiune în continuare, și mai grandioasă, a inteligenței? De exemplu, de ce nu ne-am închipui un roi compus din sute de galaxii și avînd dimensiunile de ordinul a zece milioane de ani-lumină, roi transformat prin voința inteligenței? Și, în general oare nu poate un astfel de proces „exploziv" de expansiune a Inteligenței să cuprindă, dacă nu întreg Universul (pentru aceasta nu-i va ajunge niciodată timpul), măcar o parte însemnată a lui, posibil chiar aceea în care ne găsim noi? Un om care gîndește, mai ales dacă se consideră filozof, nu poate respinge, după părerea mea, această problemă ca fiind neserioasă.

Vom mai reveni la problema căilor de dezvoltare a civilizațiilor de tipurile II și III. Aici deocamdată însă e cazul să ne oprim, măcar în treacăt, asupra unei consecințe importante a progresului științific și tehnic al unei civilizații care urmează linia dezvoltării tehnologice. Este vorba de progresul radiofizicii, care chiar la nivelul actual al dezvoltării tehnologice a civilizației terestre face posibilă legătura între civilizații separate de distanțe interstelare. Puterea și sensibilitatea mijloacelor moderne ale radiofizicii permit realizarea legăturii *unilaterale* între corespondenți ce se găsesc la distanțe de cîteva sute de ani-lumină. Trebuie să amintim că în estimarea „pesimistă" (numărul total al civilizațiilor tehnologice avansate este în jur de 1000) civilizația cea mai apropiată de noi trebuie să se găsească la o distanță de cîteva mii de ani-lumină. Iar în conformitate cu evaluarea „ultrapesimistă", civilizațiile cele mai apropiate se află, desigur, la distanțe mult mai mari.

Cînd am apreciat posibilitățile radiofizicii de a asigura comunicații interstelare am pornit de la nivelul *actual* al acestui domeniu al tehnicii. Dacă, însă, nivelul tehnologic al civilizației care transmite semnale depășește cu mult nivelul terestru actual, atunci situația se poate schimba radical. De exemplu, semnalele venind de la o civilizație de tip II pot fi detectate cu ajutorul mijloacelor terestre moderne chiar în eventualitatea că această civilizație s-ar afla, de exemplu, undeva în nebuloasa din Andromeda, adică într-o galaxie care se află la o depărtare de două milioane de ani-lumină. Aceasta înseamnă că încă de pe acum căutarea sistematică, planificată științific a unor semnale de la civilizații extraterestre nu este în nici un caz o preocupare lipsită de

Scanned with OKEN Scanner

sens. În acest context se ivesc o serie întreagă de probleme cu caracter pur tehnic (asupra cărora n-are sens să ne oprim în acest articol) și o problemă filozofică foarte importantă și interesantă: vor fi oare aceste semnale (în cazul cînd ele vor fi cîndva detectate) înțelese de noi? Problema e departe de a fi atît de simplă pe cît s-ar părea. Ea are legături profunde cu teoria reflectării. Se știe că conștiința *reflectă* legitățile obiective ale naturii. Dar e destul de firesc să considerăm că această reflectare va decurge, la diferite civilizații, în chip diferit, în conformitate cu istoria biogenetică și socială a fiecărei civilizații (care se dezvoltă, prin ipoteză, în mod independent). B.N. Panovkin, de exemplu, este partizanul unui punct de vedere extrem: el exclude, de fapt, posibilitatea descifrării radiosemnalelor venite de la civilizații extraterestre. Mi se pare însă că un astfel de punct de vedere este tot atît de puțin fundamentat ca și poziția extrem de optimistă a acelor cercetători care, în general, nu văd aici nici un fel de problemă. Problema *posibilității* descifrării semnalelor cosmice de origine artificială este transpusă, astfel, prioritar în domeniul teoriei cunoașterii. Mi se pare însă, că un răspuns negativ la această chestiune echivalează cu teza kantiană că lumea este din principiu incognoscibilă și de aceea nu-l consider acceptabil pentru filozofia marxistă. Ar fi foarte interesant ca această problemă să fie examinată, la un înalt nivel, de specialiști ai domeniului.

În legătură cu problema descoperirii și descifrării radiosemnalelor de la civilizații extraterestre cu o dezvoltare tehnologică avansată trebuie să ne mai oprim asupra următorului aspect. Mai ales printre astronomii și fizicienii din Uniunea Sovietică este foarte răspîndită părerea că, în linii mari, *întreaga problemă* a civilizațiilor extraterestre se reduce, de fapt, la problema stabilirii legăturii între ele. Un astfel de punct de vedere mi se pare strict practicist, el nereflectînd aspectele fundamentale ale problemei, care este realmente mult mai *complexă*. Mai ales că există interesante aspecte *pur filosofice* ale acestei probleme.

Foarte importantă este chestiunea *criteriilor de artificialitate* a semnalelor și posibilității (sau imposibilității?) principiale de a le distinge de semnalele de origine naturală. O problemă mai generală este problema așa-numitei „minuni cosmice". Cu alte cuvinte: am putea oare, vreodată, cînd vor fi descoperite obiecte cosmice cu totul neobișnuite, să afirmăm cu certitudine că acestea sînt civilizații de tipurile

Scanned with OKEN Scanner

II și III? În baza căror criterii se va putea face acest lucru? Că această problemă nu este chiar atît de simplă o dovedește istoria descoperirii pulsarilor, istorie încă atît de proaspătă în memoria noastră. La prima vedere, totul pleda pentru ideea că au fost detectate (în sfîrșit!) radiosemnale cosmice de origine artificială. Numai că foarte repede a devenit clar că au fost detectate obiecte foarte neobișnuite, dar totuși obiecte cosmice naturale: stele neutronice ce se rotesc foarte repede și sînt puternic magnetizate. Pentru a evita pe viitor repetarea unor astfel de erori, am propus la Simpozionul de la Biurakan ca în cercetări să se pornească întotdeauna de la *prezumția caracterului natural* al oricărui fenomen cosmic. Aceasta înseamnă că abia după ce toate încercările de interpretare „naturală" vor fi fost epuizate, se va putea discuta cu multă precauție posibilitatea „artificialității". Desigur, ne putem imagina un radiosemnal extraterestru de origine evident artificială; de exemplu, o succesiune de impulsuri care transmite, în sistemul de numerație binar, valoarea numărului π cu mare precizie. În ceea ce privește sistemul binar, este rezonabil să presupunem că chiar dacă el nu este universal, în orice caz este destul de răspîndit printre civilizațiile extraterestre. S-ar putea, însă, ca semnalele de la civilizații de alte tipuri, care s-au dezvoltat pe o bază biologică cu totul diferită de a noastră, să aibă o structură perfect asemănătoare cu cea a unui zgomot natural.

Totuși, nu trebuie să ne lăsăm paralizați de dificultățile pe care le prezintă identificarea și descifrarea unor eventuale semnale de la civilizații extraterestre. Deși este imaginabilă o foarte mare varietate de forme ale acestor civilizații — cu sisteme foarte diferite de reflectare a lumii exterioare — se pare că unele dintre ele vor fi mai mult sau mai puțin asemănătoare celor terestre. La început vom avea în atenția noastră măcar o astfel de clasă restrînsă de „frați întru inteligență". Ținînd seamă de caracterul extrem de subiectiv al diferitelor estimări ale mărimilor P_1, nu știu dacă o astfel de restricție ar trebui să fie socotită ca esențială.

Revenind acum la discuția posibilității existenței în Univers a „supercivilizațiilor" de tipurile II și III, trebuie să atragem atenția asupra unei circumstanțe importante. Nu încape îndoială că, trecînd de la civilizația de tip I (adică o civilizație oarecum similară celei pămîntești, care și-a

Scanned with OKEN Scanner

însușit toate resursele planetei sale), la civilizația de tip II, însăși viața inteligentă trebuie să sufere schimbări calitative deoarece problemele și „ideologia" unei astfel de supercivilizații diferă în mod radical de cele ale unei civilizații „obișnuite" (după concepțiile noastre, evident, prea mărginite). Poate fi vorba despre un *salt*. Cu toate că în prezent ne este, desigur, imposibil să intuim particularitățile supercivilizațiilor, există totuși un aspect pe care, cred, trebuie să-l avem în vedere. Schimbarea calitativă, amintită mai sus, a vieții inteligente ar consta în aceea că inteligența va deveni *artificială*. Realizările în elaborarea mașinilor electronice de calcul sînt de pe acum foarte mari. Progresul în acest domeniu îl putem considera drept o caracteristică principală a revoluției tehnico-științifice prin care trecem. Esențial este că acest progres avansează într-un ritm ascendent, de avalanșă. Se știe că deja o serie întreagă de operații care înainte constituiau un privilegiu al muncii intelectuale sînt îndeplinite de mașini. Actualmente putem considera ca dovedit că în principiu nu există nici un fel de activitate fizică sau, ceea ce este foarte important, intelectuală pe care n-ar putea-o executa mașina. Dezvoltarea impetuoasă a cibernetici a deschis posibilitatea, principialmente nelimitată *de nimic*, de a modela orice sisteme materiale, oricît de complicate. Și prin aceasta se șterge hotarul dintre ființele inteligente „naturale" și cele „artificiale". Inteligența „se desprinde" oarecum de baza ei concret-biologică și devine o proprietate pur funcțională a unei materii deosebite, superior organizate. Cea mai importantă însușire a vieții inteligente — capacitatea ei de a se dezvolta, de a se autoperfecționa — nu mai este un privilegiu exclusiv al tipului natural-biologic de inteligență. E binecunoscut faptul că încă de acum, la începutul epocii inteligenței artificiale, mașinile electronice de calcul sînt capabile să se autoperfecționeze. De pe acum mașinile electronice de calcul îl depășesc pe om în ce privește *memoria*, caracteristică destul de importantă a unei ființe inteligente.

Desigur, în prezent calculatoarele electronice sînt o creație a inteligenței umane. Omul este cel ce a creat mașinile și programele pentru ele. Acest proces a fost dictat de practica socială. Dar încă de acum mașinile pot proiecta altele, mai perfecționate, mașini cu autoinstruire. Ce va fi, însă, mai tîrziu? N-ar fi exagerat să afirmăm că spre mijlocul secolului viitor practic întreaga activitate „intelectuală" și „fizică"

Scanned with OKEN Scanner

a omenirii o vor efectua mecanisme cibernetice. Aceasta este tendința de bază a revoluției tehnico-științifice ce se desfășoară sub ochii noștri și care constituie o etapă inevitabilă a societății angajate pe calea dezvoltării tehnologice. Nu vom discuta aici chestiunea, destul de importantă, dacă așa e bine sau rău. Important e că procesul este inevitabil. Spre mijlocul secolului următor, mașinile gînditoare, executînd unele operații, chiar și dintre cele foarte importante, vor putea avea o *independență totală*. Printre operațiile de acest fel vor fi, în primul rînd, zborurile în Cosmos, lucrările în Cosmos și în general cucerirea mediilor improprii sub raport biologic omului. Într-adevăr, trebuie să admitem că a trimite oameni în Cosmos este o absurditate, cu toate că lumea a fost în anii din urmă martoră a actelor de eroism fără seamăn ale unor cosmonauți sovietici și americani. Prin eforturile de necrezut ale unei armate întregi de savanți, ingineri și muncitori a fost creată pentru ei o biosferă artificială, care asigură activitatea vitală a pionierilor cuceririi Cosmosului. Costul unor astfel de zboruri atinge dimensiuni cu adevărat astronomice. Desigur, toate acestea erau justificate: un alt mijloc de cucerire a Cosmosului nu poate fi propus pentru început. Dar în viitor, pe măsură ce se va dezvolta cibernetica, o astfel de cale pentru cucerirea Cosmosului va fi socotită un anacronism.

Omul, ca specie biologică, cu toată capacitatea sa de adaptare, nu este creat pentru viața și munca în Cosmos și în general în medii improprii din punct de vedere ecologic. De exemplu, el nu poate suporta doze mari de radiații. Iar cînd omenirea va trece de la unele zboruri episodice ale cosmonauților-eroi la munca *efectivă* de transformare a mediului cosmic și de însușire a resurselor lui, ar fi nevoie de *armate* întregi de oameni, ceea ce evident, nu este practic, dar, mai ales, nu este necesar. Este cert că această muncă o vor putea executa mecanisme cibernetice specializate, inteligente și superior organizate, capabile să ia hotărîri independente în situații ce se schimbă brusc.

„Revolta roboților" este un subiect predilect al scriitorilor literaturii de anticipație, începînd din timpurile remarcabilului scriitor ceh Karel Čapek (care a inventat cuvîntul „robot"). Contradicțiile dintre inteligența „naturală" și cea „artificială" erau întotdeauna prezentate ca *antagoniste*. Oare așa să fie? Cred că multă vreme cele două feluri de inteligență vor „coexista pașnic", vor apărea combinații între

Scanned with OKEN Scanner

inteligența artificială și cea naturală. De fapt, acest proces se profilează de pe acum. Nu e cîtuși de puțin obligatoriu ca inteligența naturală să fie distrusă sau înghițită de cea artificială, deoarece noi, fiind ființe cu „inteligență naturală", vom avea grijă să păstrăm mediul ecologic. Emoția pe care o încerci reflectînd la o astfel de perspectivă nu este ceva nou, lucru foarte bine exprimat la timpul său de academicianul A.N. Kolmogorov: „... Dezvoltarea științei a dus de multe ori la distrugerea unor iluzii curente ale omului începînd cu credința amăgitoare în nemurirea personală. Într-o fază de semicunoaștere și semiînțelegere, aceste concluzii științifice distructive devin argumente împotriva științei însăși, în favoarea iraționalismului și idealismului. Teoria darwinistă a originii speciilor și studiul obiectiv pavlovian al activității nervoase superioare au fost deseori prezentate ca degradînd năzuințele superioare ale omului spre realizarea idealurilor morale și estetice. La fel în zilele noastre, teama ca omul să nu fie cumva mai prejos decît automatele „fără suflet" *devine un argument psihologic în favoarea vitalismului și iraționalismului*"[1].

Așadar, ajungem la concluzia că purtătorii supercivilizațiilor de tipurile II și III trebuie să fie ființe inteligente artificiale. Printre alte avantaje pe care trebuie să le aibă ființele inteligente artificiale față de cele naturale este *marea lor longevitate*. Această proprietate are, de exemplu, o importanță hotărîtoare în cazul zborurilor interstelare cu viteză nerelativistă. În prezent, desigur, nu putem concretiza condițiile de existență și de dezvoltare, cît și caracterul activității supercivilizațiilor care funcționează pe baza inteligenței artificiale. Pentru noi, o însemnătate principială trebuie să aibă numai faptul că nu este nicidecum obligatoriu ca baza materială a conștiinței să fie „biologică". În acest caz termenul de „biologic" trebuie să fie înțeles într-un sens larg, nu raportat exclusiv la istoria biologică a Pămîntului. Putem să ne imaginăm următoarele faze, calitativ deosebite, de dezvoltare a materiei în Univers: materie nevie → materie vie → viață inteligentă naturală → viață inteligentă artificială. Conform acestei scheme, inteligența artificială este faza supremă de dezvoltare a materiei în Univers. Deocam-

---

[1] A.N. Kolmogorov, *Viața și gîndirea din punctul de vedere al cibernetici*, Moscova, 1962, p. 8—9. (Sublinierea aparține autorului).

Scanned with OKEN Scanner

dată, desigur, nu putem dezbate în mod serios chestiunea dacă această fază este într-adevăr *cea mai înaltă*.

Apropiindu-ne de sfîrșitul acestui studiu, trebuie să zăbovesc asupra unei chestiuni foarte importante. Dacă în Univers există supercivilizații de tip II și tip III, de ce n-au fost descoperite pînă acum? De exemplu, caracterul „nenatural" al unui obiect care este purtătorul unei civilizații de tip III ar putea fi descoperit, prin mijloacele astronomice existente, la orice distanță în Metagalaxie. Dar aici, în principiu, se pot da două explicații: a) criteriile noastre cu privire la „artificialitate" sînt foarte imperfecte, și ceea ce luăm drept obiecte naturale (de exemplu, quasarii descoperiți acum zece ani) ar fi în realitate supercivilizații de tip III; b) nu există supercivilizații în Univers. În ce mă privește, sînt înclinat să accept cea de-a doua explicație! Deocamdată nu s-a descoperit absolut nimic „supranatural", „miraculos" în quasari și în alte obiecte. E drept că foarte multe lucruri sînt încă neînțelese, dar consider că bazîndu-se pe „prezumția caracterului natural", formulată mai sus, astronomii și fizicienii vor lămuri într-un fel aceste probleme ale Cosmosului. Trebuie să subliniez, însă, că modul meu de a aprecia situația este subiectiv, deoarece deocamdată nici nu există criterii obiective. Dacă concluzia cu privire la inexistența în Univers a supercivilizațiilor de tip II și tip III este adevărată, ea poate să însemne fie că crizele cu care se confruntă o civilizație angajată în dezvoltarea tehnologică sînt atît de grave încît exclud posibilitatea transformării unor astfel de civilizații în supercivilizație, fie — mi-e groază chiar s-o spun — viața în Univers, în particular viața inteligentă, este un fenomen extrem de rar, poate unic.

Repet, deocamdată ultima afirmație nu este decît o ipoteză insuficient fundamentată. Totuși, din punct de vedere filozofic ar fi interesant să ne întrebăm: ce ar decurge din faptul că am fi *singuri* în Univers? Putem oare considera că o astfel de teză ar fi în contradicție cu filozofia materialist dialectică? După părerea mea, nu. Nu trebuie să legăm soarta filozofiei noastre de cutare sau cutare teză a științei, care studiază în mod obiectiv materia existentă și legitățile ei. Dacă vreodată (să admitem!) s-ar dovedi că sîntem singuri în Universul infinit, aceasta n-ar face să se clatine cîtuși de puțin filozofia materialismului dialectic.

Scanned with OKEN Scanner

Numai un astronom profesionist, care își reprezintă în mod real întinderea spațio-temporală a Universului, poate să aprecieze pe deplin monstruozitatea ideii singurătății și unicității noastre în Cosmos; a unicității nu numai în spațiu, ci și în timp. Căci ce reprezintă un număr atît de neînsemnat ca 350 de ani de eră tehnologică, în comparație cu 10—15 miliarde de ani de dezvoltare a Universului! Dacă s-ar dovedi că sîntem unici în Univers, aceasta în esență ar însemna întoarcerea nu atît la o filozofie „geocentrică", cît mai ales la una „antropocentrică", bineînțeles la un nivel incomparabil mai ridicat față de cel din evul mediu.

Merită ca filozofii să mediteze asupra acestor lucruri...

Scanned with OKEN Scanner

F. DYSON

EXTRATEREȘTRII*

În anul 1918 pe cerul ecuatorial s-a aprins pentru cîteva săptămîni o stea nouă extrem de luminoasă, pe care astronomii au numit-o Nova Aquilae. Ea a fost cea mai strălucitoare nově a secolului nostru. Biologul Haldane își satisfăcea pe atunci serviciul militar în armata britanică din India și și-a consemnat observațiile în legătură cu evenimentul:

„Trei europeni în India privesc o grandioasă stea nouă din Calea Laptelui. Dintre toți invitații la o mare serată dansantă, ei erau evident singurii pe care îi interesau astfel de probleme. Teoria cea mai răspîndită printre cei cît de cît competenți să-și exprime opinia despre originea acelei explozii cosmoclastice a atribuit-o ciocnirii a două stele, sau a unei stele cu o nebuloasă. Există, însă, pare-se, cel puțin două alternative plauzibile la această ipoteză. Poate că a fost judecata din urmă a unei lumi locuite, poate un experiment prea reușit în domeniul radioactivității provocate efectuat de unii dintre cei ce o locuiau. Și poate că cele două ipoteze trebuie să fie contopite într-una singură, iar ceea ce urmăream era explozia unei lumi în care prea mulți au ieșit să privească la stele în loc să-și fi văzut de dans".

Se impune să spunem cîteva cuvinte despre limbajul arhaic al lui Haldane. El a folosit expresia „radioactivitate provocată" pentru a desemna ceea ce în zilele noastre numim energie nucleară. El scria cu cincisprezece ani înainte ca descoperirea fisiunii să facă energia nucleară accesibilă omenirii. În 1924 oamenii cu pregătire științifică erau conștienți

* Din lucrarea lui F. Dyson: *Disturbing the Universe*, Harper, New York, 1979.

Scanned with OKEN Scanner

de enorma rezervă de energie zăvorîtă în nucleul de uraniu și eliberată treptat în procesul radioactivității naturale. Ecuația $E=mc^2$ era deja bine cunoscută. Dar încercările de a accelera sau de a încetini radioactivitatea naturală cu ajutorul unor mijloace artificiale suferiseră un eșec total. Fizicienii nucleari din acea vreme nu luau în serios ideeea că „radioactivitatea provocată" ar putea vreodată să le dea oamenilor pe mînă puterea de a elibera vaste cantități de energie spre bine sau spre rău. Haldane avea avantajul de a fi un outsider, un biolog nefamiliarizat cu detaliile fizicii nucleare. Sugerînd „radioactivitatea provocată" drept cauză posibilă a unor dezastre terestre sau extraterestre el se opunea deliberat opiniei experților.

Cazul Novei Aquilae ridică unele întrebări la care trebuie să răspundem înainte de a putea să trecem la o căutare temeinică a dovezilor că există viață inteligentă și altundeva în Univers. Încotro trebuie să privim și cum să recunoaștem dovada cînd o vedem? Nova Aquilae a fost mai multe nopți de-a rîndul a doua stea ca strălucire pe cer. Trebuia să fii de-a binelea orb sau foarte ocupat ca să n-o vezi. Poate că a fost artefactul unei civilizații tehnologice, așa cum a sugerat Haldane. Cum am putea fi siguri că n-a fost? Și cum am putea fi siguri că nu trecem acum cu vederea dovezi tot atît de izbitoare de inteligență extraterestră, pur și simplu neînțelegînd ceea ce vedem. Există pe cer numeroase obiecte ciudate și prea puțin înțelese. Dacă vreunul din ele este cumva artificial, s-ar putea să-l avem în fața ochilor timp de decenii și tot să nu-l recunoaștem drept ceea ce este.

În 1959 fizicienii Cocconi și Morrison au propus o rezolvare simplă a problemei recunoașterii obiectelor artificiale. Ei au propus să încercăm să captăm mesaje radio de la civilizații extraterestre. Dacă vecinii noștri din spațiu emit într-adevăr astfel de mesaje cu scopul de a ne atrage atenția, atunci mesajele vor fi codificate într-o formă care să evidențieze caracterul lor artificial. Cocconi și Morrison au rezolvat problema recunoașterii prin supoziția că ființele care transmit mesajul cooperează cu noi, făcîndu-l ușor de recunoscut. Mesajul dovedește prin însăși existența lui că trebuie să aibă o sursă artificială. La un an după ce Cocconi și Morrison au făcut propunerea lor, Edward Purcell a dus ideea lor cu un pas mai departe și a descris un dialog interstelar printr-un schimb de radiosemnale care străbat galaxia:

Scanned with OKEN Scanner

„Despre ce putem vorbi cu prietenii noștri de departe? Avem multe în comun. Avem în comun matematica, și fizica, și astronomia... Astfel, putem porni convorbirea noastră de la probleme comune înainte de a trece la explorarea mai pasionantă a ceea ce nu este experiență comună. Desigur, schimbul, conversația, are trăsătura specifică a unei întîrzieri inerente. Răspunsul îl primești abia peste decenii, dar ai siguranța că-l vei primi. Iar aceasta oferă copiilor tăi un țel în viață, o perspectivă. Este o conversație absolut benignă în cel mai profund sens. Nimeni nu poate amenința pe altcineva cu obiecte. Am văzut cît costă trimiterea unor *obiecte* în spațiul din jur, dar se poate trimite informație practic fără cheltuială. În această situație fiecare are ultimul cuvînt într-o controversă filozofică — singurul lucru la care poți să recurgi este să faci schimb de idei, dar asta poți s-o faci după placul inimii".

Întemeietorii de religii nu pot fi făcuți răspunzători pentru dogmele ridicate pe spusele lor de către discipoli. Cocconi și Morrison nu au făcut altceva decît să propună folosirea radiotelescoapelor pentru captarea unui anumit tip de mesaj. Purcell nu a făcut altceva decît să exprime într-un limbaj literar bucuriile pe care ni le-ar aduce descoperirea și comunicarea dacă am putea stabili un contact bilateral cu o specie străină. Tot ceea ce au spus Cocconi și Morrison și Purcell a fost adevărat. Dar în cei douăzeci de ani care au urmat sugestiile lor s-au pietrificat într-o dogmă. Mulți dintre cei preocupați de căutarea inteligenței extraterestre au ajuns să creadă într-o doctrină pe care eu o numesc Dogma Conversației Filozofice, susținînd ca pe o normă de credință că Universul este plin de societăți angajate într-o conversație filozofică la mare distanță. Dogma Conversației Filozofice consideră următoarele aserțiuni drept adevăruri evidente de la sine:

1. Viața abundă în Univers.
2. O fracțiune importantă a planetelor pe care există viață dă naștere unor specii inteligente.
3. O fracțiune importantă a speciilor inteligente transmite mesaje spre luminarea noastră.

Dacă aceste aserțiuni sînt acceptate, atunci are sens să ne concentrăm eforturile spre căutarea unor mesaje radio și să ignorăm alte modalități de a afla dovezi de inteligență în Univers. Pentru mine, însă, Dogma Conversației Filozofice este departe de a fi evidentă de la sine. Deocamdată

Scanned with OKEN Scanner

nu există vreo dovadă cît de mică nici în favoarea, nici împotriva ei. Întrucît ea poate să fie adevărată, sînt cu toată inima în favoarea căutării unor mesaje radio. Întrucît ea poate să fie neadevărată, sînt în favoarea căutării altor dovezi de existență a inteligenței, și în special a unor dovezi care nu presupun cooperarea cu noi a ființelor ale căror activități încercăm să le observăm.

În anii din urmă s-au întreprins cîteva căutări temeinice de mesaje radio. Tehnologia ascultării s-a îmbunătățit constant. Deocamdată nu s-a detectat nici un mesaj, dar ascultătorii nu sînt descurajați. Eforturile lor au cuprins pînă acum doar o fracțiune îngustă a radiofrecvențelor și direcțiilor pe care ar putea veni mesaje. Ei au planuri de a-și continua căutările cu o eficiență mult sporită. Pentru a baleia cerul în căutarea de mesaje, ei nu au nevoie de construirea unor radiotelescoape noi, gigantice. Tot ce le trebuie este o modestă alocație de timp de ascultare pe telescoapele existente și o sumă de bani modestă pentru construirea unor noi receptoare cu prelucrare a datelor, care să permită cercetarea în paralel a unui mare număr de frecvențe. Sînt mai multe grupuri de astronomi care speră să ducă la împlinire aceste planuri. Eu susțin eforturile lor și sper că vor avea succes. Dacă vor reuși și vor detecta într-adevăr un mesaj interstelar, va fi cea mai mare descoperire științifică a secolului, un punct de cotitură în istoria umanității, o revoluție în viziunea oamenilor asupra lor înșiși și a locului lor în Univers. Din nefericire, însă, pentru a reuși vor avea nevoie de foarte mult noroc. Vor avea nevoie și de șansa politică de a obține fonduri pentru a-și construi aparatele. Și vor avea nevoie de șansa științifică de a găsi un străin dispus să coopereze și să le transmită un mesaj.

Dacă radioastronomii sînt nenorocoși sau străinii sînt neputincioși, nu se vor auzi mesaje. Numai că din absența mesajelor nu rezultă inexistența unor inteligențe străine. Este important să ne gîndim la alte modalități de a căuta dovezi de inteligență, modalități care să-și mențină valabilitatea chiar dacă Dogma Conversației Filozofice se dovedește a fi neadevărată. Nu trebuie să ne legăm cercetările de o singură ipoteză despre natura și motivația străinilor. Comunitatea străinilor care-și șușotesc unul altuia secretele într-un Univers împînzit cu mesaje radio este doar una din posibilități. La fel de posibil, poate mai probabil, este un Univers cu o populație rară și necooperativ, în care viața este rară,

Scanned with OKEN Scanner

inteligența este foarte rară și nimeni din afară nu este interesat să ne ajute să o descoperim. Chiar și în aceste condiții nefavorabile căutarea inteligenței nu este lipsită de speranță. Dacă lăsăm la o parte mesajele radio, atunci problema pe care Cocconi și Morrison au rezolvat-o atît de clar, și anume, de a învăța cum să recunoaștem obiectele artificiale drept artificiale devine din nou preocuparea prioritară.

Să ne întoarcem la exemplul Novei Aquilae. Nimeni nu ia azi în serios ideea lui Haldane că Nova Aquilae a fost un experiment prea reușit de fizică nucleară. De ce? Ce s-a petrecut din 1924 încoace pentru ca această idee să devină absurdă? Ceea ce s-a întîmplat n-a fost, cum s-ar putea crede, că cealaltă sugestie a lui Haldane, a unei ciocniri accidentale, s-ar fi dovedit corectă. De fapt nimeni nu crede acum în vreuna din teoriile menționate de Haldane. Motivul este următorul. Datorită unor strălucite observații astronomice efectuate în ultimii douăzeci de ani, mai ales de Robert Kraft la Observatorul Lick din California, știm prea mult despre nove pentru a fi mulțumiți cu orice teorie după care explozia stelei este un fel de accident. Kraft a observat cu meticulozitate zece stele slabe. Fiecare este restul întunecat rămas după explozia unei nove*. Una dintre ele este Nova Aquilae. El a descoperit că în mod sigur șapte din cele zece stele, sau probabil toate zece, au o structură specială care le particularizează față de celelalte stele de pe cer. Fiecare din ele este o stea dublă alcătuită dintr-o componentă fierbinte foarte mică și o componentă rece rarefiată. În cazul fiecăreia, cele două componente evoluează una în jurul celeilalte la o distanță atît de mică încît efectiv se ating. Perioadele de revoluție sînt toate foarte scurte. În cazul Novei Aquilae perioada este de trei ore și douăzeci de minute. Încă nu înțelegem în amănunt de ce stelele duble de acest tip special trebuie să fie asociate cu explozii de nove. Una din teorii este că are loc o ploaie constantă de materie dinspre componenta rece pe suprafața componentei fierbinți, iar această materie căzută este fiartă pînă la o temperatură atît de ridicată încît ocazional se aprinde ca o bombă cu hidrogen. S-ar putea ca această teorie să se dovedească a fi corectă, sau să fie depășită de o teorie mai bună. În orice caz, după observațiile lui Kraft nu mai putem accepta nici o teorie a exploziilor care nu explică de asemeni

---

* *nova* — stea variabilă a cărei strălucire crește brusc de 10^3—10^6 ori ca urmare a unei explozii interne. — nota T. Toro.

Scanned with OKEN Scanner

de ce ele se produc numai în stele duble de acest tip special. Nici una dintre sugestiile lui Haldane nu trece acest test. Îndeosebi, este de necrezut ca ființe inteligente capabile să facă experiențe catastrofale de fizică nucleară ar apărea în numeroase locuri de pe cer foarte depărtate între ele, întotdeauna pe planete legate de stele duble dintr-o clasă rară și specială.

Resping ca lipsite de orice valoare toate încercările de a calcula, pornind de la principii teoretice, frecvența apariției unor forme de viață inteligente în Univers. Ignoranța noastră cu privire la procesele chimice prin care viața a apărut pe Pămînt face ca astfel de calcule să fie lipsite de semnificație. În funcție de amănuntele chimiei, se poate să fie viață din plin în Univers, sau să fie rară, sau să nici nu existe în afara planetei noastre. Cu toate acestea, există motive științifice temeinice de a continua căutarea unor dovezi de inteligență cu o anumită speranță de succes. Faptul esențial care acționează în favoarea noastră ca observatori este că nu sîntem obligați să depistăm acțiunile unei specii cu inteligență medie. Este suficient dacă putem observa acțiunile celei mai risipitoare, mai expansioniste, mai nebune după tehnică societăți din Univers. Dacă nu cumva se întîmplă ca specia care le depășește pe toate celelalte la aceste caracteristici să fie chiar a noastră.

Este ușor să ne imaginăm o societate cu o înaltă inteligență și fără vreun interes particular pentru tehnică. Nu-i greu să vedem în jur exemple de tehnică fără inteligență. Cînd încercăm să descoperim în Univers semne ale unor activități artificiale trebuie să căutăm tehnică, nu inteligență. Ar fi mult mai rentabil să găsim direct inteligență, dar tehnica este singurul lucru pe care avem o șansă să-l vedem. Pentru a răspunde dacă putem sau nu spera să observăm efectele unei tehnologii extraterestre, trebuie să răspundem întîi la următoarea întrebare: ce limite pune Natura dimensiunilor și scării de activități ale unei societăți tehnologice expansioniste? Societățile ale căror activități este cel mai probabil să le putem observa sînt cele care s-au extins, în scopuri bune sau rele, pînă la limita permisă de legile fizicii.

Și acum trec la ideea mea principală. Dacă există timp suficient, sînt puține limite pentru ceea ce este în stare să facă o societate tehnologică. Să luăm întîi problema colonizării. Distanțele interstelare par prohibitiv de mari pentru un colonist uman, deoarece gîndim prin prisma scurtei noastre

Scanned with OKEN Scanner

vieți umane. În intervalul temporal pe care-l reprezintă viața unui om nu putem ajunge prea departe. Dar o societate cu o existență îndelungată nu va fi limitată de durata vieții omului. Dacă presupunem doar o viteză modestă de deplasare, să spunem o sutime din viteza luminii, o întreagă galaxie poate fi colonizată de la un capăt la altul în decursul a zece milioane de ani. Viteza de o sutime din viteza luminii poate fi atinsă de o navă spațială cu propulsie nucleară chiar folosind tehnica noastră primitivă actuală. Astfel, problema colonizării este o problemă de biologie, nu de fizică. Coloniștii pot fi ființe cu o viață lungă și pentru care o mie de ani sînt cît o zi pentru noi, sau pot stăpîni tehnologia conservării lor prin frig pe durata călătoriei. În orice caz, distanțele interstelare nu sînt o barieră pentru o specie care are milioane de ani la dispoziție. Dacă presupunem, cum mi se pare probabil, că progresele fizicii și tehnicii vor permite navelor spațiale să atingă jumătate din viteza luminii, distanțele intergalactice nu sînt nici ele o barieră. O societate care împinge colonizarea pînă la limitele posibilului va fi capabilă să ia în stăpînire și să exploateze toate resursele unei galaxii, și poate ale mai multor galaxii.

Care sînt resursele exploatabile ale unei galaxii? Materiile prime sînt materia și energia — materia sub forma planetelor, cometelor sau norilor de praf, iar energia sub forma luminii stelare. Pentru a exploata aceste resurse pe deplin, o specie tehnologică trebuie să prelucreze materia disponibilă și s-o transforme în spațiu vital biologic și mașinărie industrială, aranjate înăuntrul unor straturi închise, orbitale în jurul stelelor pentru a putea folosi întreaga lumină stelară. Într-o planetă de dimensiunile și compoziția chimică ale lui Jupiter există suficientă materie pentru formarea unei biosfere artificiale prin exploatarea deplină a luminii unei stele de mărimea soarelui nostru. În ansamblul galaxiei s-ar putea să nu fie destule planete pentru a crea biosfere în jurul tuturor stelelor, dar există alte surse de materie accesibilă, suficiente în acest scop. De exemplu, învelișurile destinse ale stelelor gigante roșii sînt accesibile operațiilor de minerit și pot furniza materie în cantități mult mai abundente decît planetele. Rămîne problema dacă sînt tehnic realizabile mașinile necesare pentru crearea biosferelor artificiale. Cu suficient timp la dispoziție, treaba poate fi făcută. Pentru a mă convinge că este posibil, am schițat

Scanned with OKEN Scanner

unele proiecte de mașini necesare pentru luarea unei planete de dimensiunile Pămîntului și reasamblarea ei într-o colecție de sfere locuibile care orbitează în jurul Soarelui. Ca să evit orice neînțelegere, precizez că nu sugerez să se facă efectiv așa ceva cu Pămîntul. Vom avea destule planete moarte cu care să experimentăm, astfel încît nu va fi nevoie să distrugem una vie. Dar aici nu mă ocup de ceea ce ar putea omenirea să facă în viitor. Aici mă ocup numai de efectele observabile a ceea ce alte societăți au făcut deja, poate, în trecut. Construirea unei biosfere artificiale folosind în întregime lumina unei stele este certamente accesibilă unei specii tehnologice cu o existență îndelungată.

Unii scriitori de ficțiune științifică mi-au atribuit ideea unei biosfere artificiale. De fapt am luat ideea de la Olaf Stapledon, un coleg de-al lor:

„Nu numai că fiecare sistem solar era acum înconjurat de o rețea de capcane de lumină, care canalizau energia solară în scopuri inteligente, astfel încît întreaga galaxie era întunecată, dar multe stele nepotrivite pentru a fi sori erau dezintegrate și jefuite de rezervele lor prodigioase de energie subatomică".

Acest pasaj l-am găsit într-un exemplar zdrențuit al cărții lui Stapledon *„Star Maker"* pe care l-am cules în 1945 de pe peronul gării Paddington din Londra.

Astronomul sovietic Kardașev a propus să se împartă civilizațiile din Univers în trei tipuri distincte. O civilizație de tip I controlează resursele unei planete. O civilizație de tip II controlează resursele unei stele. O civilizație de tip III controlează resursele unei galaxii. Noi încă n-am atins stadiul de tip I, dar o vom face probabil în decurs de doar cîteva sute de ani. Diferența de dimensiuni și putere între tipurile I și II, sau între tipurile II și III, este un factor de ordinul a 10 miliarde, inimaginabil de mare după standardele umane. Procesul creșterii economice exponențiale permite însă ca această diferență imensă să fie eliminată remarcabil de repede. Creșterea cu un factor de 10 miliarde necesită 33 de timpi de dublare. O societate care crește cu rata modestă de 1 % anual va face tranziția de la tipul I la tipul II în mai puțin de 2500 de ani. Tranziția de la tipul II la tipul III va dura mai mult, deoarece ea necesită călătorii interstelare. Dar perioadele de tranziție sînt probabil episoade relativ scurte în istoria oricărei societăți cu o existență îndelungată. De aici Kardașev trage concluzia că dacă vom

Scanned with OKEN Scanner

descoperi vreodată o civilizație extraterestră ea va aparține probabil în mod clar tipului I, II sau III, mai degrabă decît uneia din scurtele faze de tranziție.

În perspectivă îndelungată, singurele limite pentru creșterea tehnologică a unei societăți sînt interne. O societate poate întotdeauna să opteze pentru limitarea creșterii ei, fie prin decizie deliberată, fie prin stagnare sau dezinteres. O societate în care nu există aceste limite interne își poate continua creșterea la nesfîrșit. O societate care se întîmplă să aibă o puternică tendință expansionistă își va extinde habitatul de la o singură planetă (tipul I) la o biosferă exploatînd o întreagă stea (tipul II) în decursul doar cîtorva mii de ani, iar de la o singură stea la o întreagă galaxie (tipul III) în numai cîteva milioane de ani. O specie care a depășit statutul de tip II este invulnerabilă la extincție chiar și în cazul celei mai rele catastrofe imaginabile, fie ea naturală sau artificială. Cînd observăm Universul, avem o șansă mai mare să descoperim o societate care s-a extins la tipul II sau la tipul III decît una care s-a limitat la tipul I, chiar dacă societățile expansioniste sînt una la un milion.

După ce am definit scara activităților tehnologice pe care le putem căuta, ajung în sfîrșit la problemele de cel mai mare interes pentru astronomi: Care sînt urmările observabile ale unor astfel de activități? Ce gen de observații ne va asigura șansa optimă de a le recunoaște dacă ele există? Este convenabil să discutăm aceste probleme separat pentru civilizațiile de tipurile I, II și III.

O civilizație de tip I este indetectabilă la distanțe interstelare, exceptînd prin radio. Singura șansă de a descoperi o civilizație de tip I este de a urma sugestia lui Cocconi și Morrison de a urmări captarea unor mesaje radio. Aceasta este metoda de cercetare pe care radioastronomii noștrii au folosit-o în ultimii douăzeci de ani.

O civilizație de tip II poate să fie o puternică sursă radio sau poate să nu fie. Cît timp nu știm nimic despre stilul de viață al locuitorilor ei, nu putem face nici o evaluare utilă a volumului sau naturii emisiunilor lor radio. Există însă un gen de emisie pe care o civilizație de tip II nu poate evita s-o facă. Conform principiului al doilea al termodinamicii, o civilizație care exploatează întregul debit de energie al unei stele trebuie să radieze o fracțiune importantă din această energie sub forma pierderii de căldură. Căldura pierdută este emisă în spațiu ca radiație infraroșie, pe care astro-

Scanned with OKEN Scanner

nomii de pe Pămînt o pot detecta. Orice civilizație de tip II trebuie să fie o sursă infraroșie cu o putere comparabilă cu luminozitatea unei stele normale. Radiația infraroșie va fi emisă în principal de la suprafața caldă exterioară a biosferei în care trăiește civilizația. Biosfera va fi probabil menținută la temperaturi aproximativ terestre dacă în ea trăiesc ființe care conțin apă în stare lichidă. Radiația termică de la suprafața ei va apărea atunci mai ales într-o bandă a lungimilor de undă în jur de zece microni (aproximativ de douăzeci de ori lungimea de undă a luminii vizibile). Din fericire banda de zece microni este convenabilă pentru astronomia în infraroșu, deoarece atmosfera noastră este total transparentă pentru ea.

După ce Cocconi și Morrison au declanșat discuția științifică despre inteligența extraterestră, am emis opinia că astronomii care caută obiecte artificiale pe cer ar trebui să înceapă prin căutarea surselor puternice de radiație infraroșie în banda de zece microni. Firește, ar fi absurd ca de fiecare dată cînd se descoperă o nouă sursă infraroșie să se susțină că s-a găsit o dovadă de inteligență. Argumentarea valabilă este inversă. Dacă un obiect de pe cer nu este o sursă infraroșie, atunci el nu poate fi sălașul unei civilizații de tip II. Astfel, am sugerat că astronomii ar trebui întîi să scruteze cerul pentru a întocmi un catalog de surse infraroșii, iar apoi să examineze atent obiectele din catalog cu telescoape optice și radiotelescoape. Prin folosirea acestei tactici, căutarea unor mesaje radio ar avea șanse de succes mult sporite. În loc de a căuta mesaje radio pe tot cerul, radioastronomul va putea să-și concentreze ascultarea pe un număr relativ mic de direcții strict precizate. Dacă una din sursele infraroșii se dovedește a fi și o sursă de semnale optice sau radio aparte, putem începe să o considerăm un candidat la posibila artificialitate.

Cînd am făcut această propunere, cu douăzeci de ani în urmă, astronomia în infraroșu abia pornise la drum. Doar un mic număr de pionieri începuseră să caute surse infraroșii, folosind telescoape mici și un echipament de detectare simplu. Acum situația este total diferită. Astronomia în infraroșu este o ramură majoră a astronomiei. Cerul a fost observat cu atenție și există cataloage de surse. Nu pretind nici un fel de merite pentru asta. Astronomii care au scrutat cerul și au întocmit cataloagele nu căutau civilizații de tip II.

Scanned with OKEN Scanner

Ei doar au dus cu un pas mai departe misiunea tradițională a astronomilor, cercetînd cerul pentru a vedea ce este acolo.

Pînă acum, astronomii în infraroșu nu au găsit nici un fel de obiecte care să stîrnească bănuiala că ar fi artificiale. În schimb ei au găsit o minunată diversitate de obiecte naturale, dintre care unele în galaxia noastră, iar altele în afara ei. Unele dintre aceste obiecte sînt inteligibile, iar altele nu sînt. Un mare număr din ele sînt nori denși de praf, menținuți calzi de o stea fierbinte care poate să fie vizibilă sau nu. Cînd steaua fierbinte este invizibilă un asemenea obiect este numit „o stea cocon", o stea ascunsă într-un cocon de praf. Stele cocon se găsesc deseori în regiuni ale spațiului în care se văd și stele noi strălucitoare, de exemplu în marea nebuloasă din constelația Orion. Din acest fapt rezultă că probabil coconul este o fază normală dar de scurtă durată în geneza unei stele.

Aparent există unele similitudini între o stea cocon și o civilizație de tip II. În ambele cazuri avem o stea invizibilă înconjurată de o pătură opacă caldă care radiază puternic în infraroșu. Și atunci de ce nimeni nu crede că în stelele cocon descoperite trăiesc civilizații de tip II? În primul rînd, coconii sînt prea luminoși. Majoritatea dintre ei radiază de sute sau de mii de ori mai multă energie decît Soarele. Conform cunoștințelor unanim admise în astronomie, stelele cu o luminozitate atît de mare au în mod necesar o existență de scurtă durată. Ar fi mult mai probabil ca o civilizație de tip II să existe în jurul unei stele cu o existență îndelungată, ca Soarele. Radiația infraroșie emisă de ea ar fi de sute de ori mai slabă decît radiația pe care o detectăm de la majoritatea coconilor. Un al doilea motiv ca să nu credem în caracterul artificial al coconilor este că temperaturile lor sînt prea mari pentru a fi adecvate unor biosfere. Majoritatea lor au temperaturi mai mari de 300°C, cu mult peste limitele în care poate exista viața așa cum o cunoaștem noi. Un al treilea motiv îl constituie dovezile vizuale directe că în vecinătatea coconilor se află nori denși de praf. N-avem nici un motiv să ne așteptăm ca o civilizație de tip II să considere necesar să se înconjure cu o perdea de fum. Al patrulea și cel mai concludent motiv pentru a considera coconii obiecte naturale este contextul general în care apar. În aceeași regiune a spațiului se pot vedea stele noi născîndu-se și mari nori de praf difuzi condensîndu-se. Trebuie

Scanned with OKEN Scanner

să existe o legătură cauzală între coconi și aceste procese naturale cărora le sînt asociați.

Trebuie să recunosc că în cei douăzeci de ani de cînd am emis sugestia mea, astronomia în infraroșu, cu toate succesele ei strălucite, n-a reușit să aducă dovada existenței unor civilizații de tip II. Trebuie să ne pierdem speranța că va putea s-o facă vreodată? Nu cred. Ne putem aștepta să găsim candidați la civilizații de tip II numai cînd vom explora surse infraroșii de o sută de ori mai slabe decît cele spectaculoase pe care astronomii le-au supus observării pînă acum. Un astronom preferă să-și petreacă timpul la telescop studiind în amănunt un obiect deosebit de interesant decît să catalogheze un șir lung de surse slabe în vederea unei investigații viitoare. Nu-i condamn pe astronomi că iau caimacul surselor strălucitoare înainte de a reveni la munca anostă de înregistrare a celor slabe. Va trebui să așteptăm cîțiva ani pînă vom avea o evidență completă a surselor cu luminozități mai mici, pînă la cea a Soarelui. Abia cînd vom avea o listă lungă de surse slabe vom putea spera ca printre ele să apară candidați la civilizațiile de tip II. Dar nu vom ști dacă putem lua serios în considerare acești candidați cît timp nu vom cunoaște despre structura și distribuția surselor slabe cel puțin tot atît cît am aflat despre cele strălucitoare.

O civilizație de tip III dintr-o galaxie îndepărtată trebuie să producă emisiuni radio, luminoase și de radiații infraroșii cu o strălucire aparentă comparabilă cu cele ale unei civilizații de tip II din galaxia noastră. În particular, o civilizație de tip III trebuie să fie detectabilă ca o sursă infraroșie extragalactică. Pe de altă parte, o civilizație de tip III va fi mai greu recognoscibilă decît una de tip II, din două motive. În primul rînd, ideile noastre despre comportamentul unei civilizații de tip III sînt chiar mai vagi și mai nesigure ca ideile noastre despre tipul II. În al doilea rînd, știm mult mai puțin despre structura și evoluția galaxiilor decît despre nașterea și moartea stelelor și ca urmare cunoaștem sursele infraroșii extragalactice de proveniență naturală mult mai puțin decît cunoaștem sursele naturale din galaxia noastră. Știm stelele cocon aproape suficient de bine pentru a fi siguri că ele nu sînt civilizații de tip II. Nu cunoaștem sursele infraroșii extragalactice suficient de bine pentru a fi siguri de indiferent ce. Nu ne putem aștepta să recunoaștem

Scanned with OKEN Scanner

o civilizație de tip III drept ceea ce este pînă nu vom fi explorat atent numeroasele fenomene ciudate și violente pe care le vedem producîndu-se în nucleele galaxiilor îndepărtate.

Este oare posibil să existe o civilizație de tip III în galaxia noastră? Aceasta este o problemă la care merită să ne gîndim mult mai serios decît s-a făcut pînă acum. Răspunsul este negativ dacă ne imaginăm civilizația de tip III revărsîndu-se în întreaga galaxie și exploatînd lumina fiecărei stele disponibile. Pot fi concepute, însă, și alte genuri de civilizații de tip III. O posibilitate atrăgătoare este o civilizație bazată pe vegetație dezvoltîndu-se liber în spațiu mai degrabă decît pe echipamente industriale masive. S-ar putea ca o civilizație de tip III să folosească mai degrabă comete decît planete drept habitat, și copaci decît dinamuri drept sursă de energie. Dacă o asemenea civilizație încă nu există, poate că o vom crea într-o bună zi chiar noi.

Să lăsăm însă aceste reverii și să revenim la subiectul nostru, și anume observația. Nu cred că știm încă destul despre stele, planete, viață și gîndire ca să avem o bază sigură pentru a trage concluzia că prezența inteligenței în Univers este probabilă sau improbabilă. Mulți biologi și chimiști au conchis din dovezi inadecvate că dezvoltarea vieții inteligente ar trebui să fie un fenomen frecvent în galaxia noastră. După ce le-am examinat dovezile și am ascultat argumentele lor, consider că e tot atît de probabil să nu fi existat niciodată vreo altă specie inteligentă decît a noastră. Problema își poate găsi răspunsul numai prin observație.

Din discuția despre Nova Aquilae, despre civilizațiile de tipurile I, II și III, și despre sursele infraroșii, trag concluzia generală că cea mai bună modalitate de a căuta obiecte artificiale pe cer este de a căuta obiecte naturale în cît mai multe modalități diferite cu putință. Este improbabil că ne-am putea imagina corect cum ar arăta un obiect artificial. Cea mai bună șansă pe care o avem este să cercetăm o mare varietate de obiecte naturale și să încercăm să le înțelegem în amănunt. Cînd vom fi găsit un obiect care desfide explicarea lui naturală, vom putea începe să ne întrebăm dacă ar putea fi artificial. Un program rezonabil pe durată mare pentru căutarea dovezilor de inteligență în Univers este inseparabil de un program rezonabil pe durată mare de explorare astronomică generală. Trebuie să conti-

Scanned with OKEN Scanner

nuăm explorarea cosmosului pe toate canalele disponibile — spectrul vizibil, spectrul radio, spectrul infraroșu, spectrul ultraviolet, razele X, razele cosmice și undele gravitaționale. Numai observînd simultan pe numeroase canale vom afla destul despre obiectele pe care le găsim pentru a spune dacă ele sînt naturale sau artificiale. Iar programul nostru de explorare va da o recoltă bogată de obiecte naturale descoperite, indiferent dacă vom avea sau nu destul noroc ca să găsim printre ele și unele artificiale.

Scanned with OKEN Scanner

SEBASTIAN VON HOERNER

CĂUTAREA UNOR SEMNALE DE LA ALTE CIVILIZAȚII*

Căutarea unor semnale extraterestre de la o sursă inteligentă trebuie să fie călăuzită de două evaluări: una — a naturii probabile a unor astfel de semnale, iar cealaltă — a distanței de la care s-ar putea să vină ele. Nu putem căuta ceva fără să avem măcar o idee vagă a ceea ce vrem să găsim și nu putem detecta un obiect dacă bătaia mijloacelor noastre de percepere este prea mică. Articolul de față[1] se ocupă în mare parte de distanță. Obiectivul urmărit cînd facem asemenea evaluări nu este emiterea de aserțiuni despre alte civilizații, ci doar de a ajunge la o ipoteză de lucru care să poată orienta o cercetare.

Deoarece nu avem nici un fel de cunoștințe despre alte civilizații, sîntem nevoiți să ne bazăm în întregime pe supoziții. O supoziție fundamentală pe care vrem s-o facem poate fi formulată într-un mod general:

Orice ni se pare unic și extraordinar este de fapt unul dintr-o mulțime și este probabil mediu. (1)

Eficiența acestei metode se poate demonstra arătînd că și grecii antici ar fi fost în stare să evalueze distanța dintre Soare și Pămînt, și chiar distanța dintre stelele vecine, dacă ar fi aplicat corect supoziția de mai sus la Pămînt, considerîndu-l o planetă medie, și la Soare, considerîndu-l o stea medie. Ei ar fi presupus că Pămîntul are un diametru mediu, un albedo mediu și se află la o distanță medie de Soare;

---

* „Science", vol. 131, Nr. 3493, decembrie 1961.

[1] Am plăcerea să-i mulțumesc lui F.D. Drake pentru numeroasele observații stimulatoare și utile cît și pentru citirea acestui manuscris.

Scanned with OKEN Scanner

compararea strălucirii aparente medii a celor cinci planete cunoscute cu cea a Soarelui, cît și cunoașterea de către greci a diametrului Pămîntului, le-ar fi dat o distanță față de Soare mai mare cu un factor de 2. Ei ar fi presupus că Soarele are o strălucire absolută medie; compararea strălucirii aparente medii a celor mai strălucitoare zece stele cu cea a Soarelui, împreună cu distanța pînă la Soare cum a fost dedusă mai sus, ar fi dat o distanță între stelele apropiate prea mică cu 5%.

Tot ce necesită această abordare este o clasificare corectă și o valoare absolută de la care să se pornească (în exemplele de mai sus, diametrul Pămîntului). Evaluarea rezultată poate fi, desigur, total greșită, dar probabilitatea ca ea să fie așa este foarte mică, iar probabilitatea ca rezultatul să fie corect este mare. Este tot ceea ce putem pretinde.

Supoziția de bază a articolului de față este că sistemul nostru planetar și civilizația noastră sînt aproximativ de nivel mediu și că viața și inteligența se vor dezvolta după aceleași reguli ale selecției naturale oriunde sînt date ambianța adecvată și timpul necesar. Aceasta include supoziția că o civilizație cu dezvoltare medie va atinge nivelul nostru actual de preocupare intelectuală sau spirituală (știință, tehnologie, căutarea comunicației interstelare) după aproximativ același interval temporal care ne-a fost necesar nouă și că va fi confruntată cu aproximativ aceleași dificultăți pe care le întîmpinăm noi. Trebuie să emitem, totodată și supoziția că actuala noastră dezvoltare spirituală este doar una din multe posibilități și că îi vor urma alte preocupări și activități.

Nu trebuie să subestimăm puterea a doi factori periculoși care pot pune capăt vieții unei civilizații o dată ce s-a atins stadiul tehnic. Știința și tehnologia au fost făcute să progreseze, nu în întregime, dar în bună măsură, de lupta pentru supremație și de dorința de a trăi ușor. Ambele aceste forțe motrice tind să devină distructive dacă nu sînt controlate la timp: prima duce la distrugere totală, iar a doua la degenerare biologică sau spirituală. Rezumînd, presupunem că o stare de spirit nu prea diferită de a noastră se va fi dezvoltat în multe locuri, dar că va avea numai o durată limitată.

Scanned with OKEN Scanner

Toate mărimile de mai jos sînt presupuse a fi medii în limitele unei vecinătăți solare cu o rază de, să spunem, 1000 parseci[2]. Numim v_0 fracțiunea din totalul stelelor care au planete pe care poate să apară viață, T_0 timpul necesar pentru dezvoltarea unei civilizații tehnice (definită, de exemplu, de prezența unor radiotehnici foarte avansate), l longevitatea[3] civilizației tehnice, T vîrsta celor mai bătrîne stele, și v fracțiunea din toate stelele care au în prezent o civilizație tehnică. Dacă presupunem, în scopul urmărit, că rata formării stelelor a fost constantă în timpul T, vom avea

$$v = \begin{cases} v_0(T - T_0)/T \text{ dacă } l \geqslant T - T_0 \\ v_0(l/T) \text{ dacă } l \leqslant T - T_0 \end{cases} \qquad (2)$$

Dacă numim D_0 distanța medie dintre stele vecine, atunci distanța medie dintre civilizații tehnice vecine, D, este dată de

$$D = D_0 v^{-1/3} \qquad (3)$$

Pentru a obține longevitatea medie l trebuie să intrăm în unele amănunte. Adoptăm următoarele cinci alternative prin care longevitatea unei civilizații tehnice (sau a stării ei de spirit tehnic) poate fi limitată: 1) distrugere completă a întregii vieți; 2) distrugerea numai a vieții superioare; 3) degenerare și decadență fizică sau mentală; 4) pierderea interesului pentru știință și tehnologie; 5) nici un fel de limitare. În cazurile 2 și 3, o altă civilizație se poate dezvolta pe aceeași planetă din formele de viață inferioare neafectate și presupunem că timpul necesar pentru o asemenea recurență este mic în comparație cu T_0. În continuare, numim $l_1 \ldots\ldots\ldots\ldots l_5$ longevitatea medie în cele cinci cazuri

[2] parsec = 3,26 ani- lumină.

[3] Importanța acestei mărimi și legătura ei cu distanța au fost pentru prima oară arătate de R.N. Bracewell, „Nature", p. 186, 670 (1960).

Scanned with OKEN Scanner

alternative de mai sus și $p_1 \ldots\ldots\ldots\ldots p_5$ probabilitatea survenirii lor. Dacă $l_1 \ldots\ldots l_4 \leqslant T - T_0$, vom avea

$$v = v_0\{[(p_1 l_1)/T] + \ldots\ldots + (p_4 l_4/T) + p_5\ (T - T_0/T\} \times [1 + (p_2 + p_3) + (p_2 + p_3)^2 + \ldots\ldots] \quad (4)$$

sau

$$v = v_0 Q (l/T); \quad (5)$$

cu longevitatea medie l definită de

$$l = \sum_{i=1}^{4} p_i l_i + p_5 (T - T_0) \quad (6)$$

și un factor de recurență Q definit de

$$Q = 1/[1 - (p_2 + p_3)]. \quad (7)$$

O altă problemă interesantă este următoarea: în ce stadiu vor fi civilizațiile pe care este cel mai probabil să le întîlnim? Numim t timpul de la începutul fazei lor tehnice (definit de radiotehnici avansate) și pînă în prezent. Probabilitatea ca primele civilizații pe care le vom contacta să fie din grupul i este dată de $P_i = v_i/v$, iar „vîrsta tehnică" medie a lor în momentul contactului este $t_i = l_i/2$. În acest caz, valoarea cea mai probabilă a vîrstei lor tehnice este

$$t = \Sigma P_i t_i = (\Sigma p_i l_i^2)/2l. \quad (8)$$

Există probabilitatea

$$p_r = p_2 + p_3 = (Q - 1)/Q \quad (9)$$

ca înaintea lor să fi existat alte civilizații pe aceeași planetă.

Analiza de mai sus pare să fie destul de obiectivă pînă în acest punct, dar începe să devină o chestiune de opinie personală cînd se trece la adoptarea unor valori numerice pentru longevitățile medii, l_i, și pentru probabilitățile de survenire, p_i, ale diferitelor alternative. Ca justificare a acestui procedeu, menționez două argumente. Primul, nu se poate proiecta un sistem adecvat de recepție fără o estimare de acest fel. Al doilea, incertitudinea lui l intervine în ecuația (3) numai la puterea 1/3:

$$D \sim l^{-1/3} \quad (10)$$

Scanned with OKEN Scanner

În tabelul 1 sînt prezentate valorile care după opinia mea sînt cele mai probabile, iar din considerente de concizie las la o parte lunga discuție care duce la aceste valori ($p_5 = 0$, de exemplu, indică faptul că nu cred de loc în ea). Poate că această supoziție foarte subiectivă pare oarecum pesimistă, dar nu vreau să mă hazardez. Din aceste valori găsim

$$l = 6500 \text{ de ani și } Q = 4. \tag{11}$$

Dacă adoptăm $T = 10^{10}$ ani, $v_0 = 0{,}06$ (ceva mai puțin decît estimarea făcută de Su Shu Huang[4]) și $D = 2{,}3$ parseci (ca distanță medie de Soare a celor mai apropiate zece stele), obținem

$$v = 2{,}6 \times 10^{-7} \tag{12}$$

drept fracțiunea stelelor care au civilizații tehnice în prezent, și

$$D_0 = 360 \text{ parseci} \tag{13}$$

drept distanța medie pînă la cele zece civilizații tehnice mai apropiate. Mai departe, găsim din ecuația (8) că prima civilizație de la care vom primi semnale va avea cel mai probabil „vîrsta tehnică" de

$$t = 1{,}2 \times 10^4 \text{ ani} \tag{14}$$

și că în consecință ea va fi depășit prima criză (distrugerea) cu multă vreme în urmă; și există probabilitatea

$$p_r = 75\,\% \tag{15}$$

ca ea să fie succesoarea unor civilizații mai vechi, stinse, de pe aceeași planetă. Pe de altă parte, șansa de a întîlni o civilizație în exact aceeași fază în care ne găsim noi [confruntată încă cu criza distrugerii (grupurile $i = 1$ și $i = 2$)] este de numai 0,4%. În sfîrșit, definim longevitatea medie a celor mai frecvente civilizații prin $L = 2t$ și obținem

$$L = 2{,}4 \times 10^4. \tag{16}$$

Concluzii prime

Așa cum am menționat mai sus, această estimare trebuie să fie privită exclusiv ca o ipoteză de lucru în scopul orientării unei viitoare căutări a unor semnale extraterestre. Dacă

[4] S.S. Huang, Publ. Astron. Soc. Pacific 71, 421 (1959).

Scanned with OKEN Scanner

acceptăm că valorile adoptate în Tabelul 1 nu sînt prea eronate și neglijăm „efectul de feed-back" discutat în paragraful următor, putem trage următoarele concluzii

1) Valoarea $v = 2{,}6 \times 10^{-7}$ înseamnă că numai una din trei milioane de stele va avea o civilizație tehnică, iar aceasta înseamnă că nu putem căuta semnale ale unui anumit număr de stele individuale care ne atrag atenția, ci trebuie să scrutăm permanent întregul cer.

2) Această valoare implică de asemenea că nici o altă civilizație nu va trimite semnale de contactare (cu intenția de a atrage atenția și de a stabili contact) în direcția Soarelui nostru ca una din stelele prezentînd interes. S-ar putea însă ca astfel de semnale de contact să fie trimise de pe balize în toate direcțiile pe tot cerul.

3) Valoarea $D = 360$ parseci înseamnă ca sistemul antenă — receptor folosit într-o cercetare să fie capabil să atingă o distanță de, să zicem, cel puțin 400 de parseci, iar aceasta necesită o estimare a naturii probabile a semnalelor și a puterii emise.

4) Civilizațiile pe care le vom găsi vor fi foarte probabil mult mai vechi decît a noastră și mult mai avansate. Șansa noastră de a învăța de la ele ar putea fi socotită drept cel mai important stimul al cercetării noastre.

5) Întrucît 360 de parseci sînt aproximativ 1000 de ani lumină, timpul de așteptare t pentru un răspuns la o întrebare va fi în medie de aproximativ 2000 de ani. De aici rezultă trei consecințe: a) semnalele de contactare vor conține deja mesaje (inclusiv o introducere într-un limbaj); b) nu va fi nevoie să ne grăbim cînd „vorbim" și s-ar putea folosi impulsuri relativ lente; c) s-ar putea să existe în oarecare măsură „emisie" și „recepție", dar „schimbul reciproc" de idei va fi mai degrabă limitat din cauza scării temporale mari implicate.

Un posibil efect „feed-back"

Schimbul reciproc de idei menționat ne duce la considerarea unui efect de feed-back al longevității, prin comunicațiile radio, asupra ei înseși. Să presupunem că valoarea esti-

Scanned with OKEN Scanner

mată a longevității (neafectate) l (ecuația 11) este prea mare, astfel încît în realitate timpul de așteptare a răspunsurilor, t_w, este mai mare decît longevitatea stării de spirit tehnice. În acest caz nimeni nu va primi vreodată un răspuns la mesajul său. S-ar putea ca unele civilizații care-și păstrează speranța (după ce făcuseră o estimare prea optimistă a lui l) să continue pentru un timp să emită semnale care să fie captate întîmplător de alții. Dar dacă, în medie, căutarea de semnale nu va avea succes, pierderea interesului va surveni de obicei repede. Acest caz îl numim A. Pe de altă parte, să presupunem că valoarea estimată de noi a lui l este prea mică și că un schimb real este posibil. Aceasta va determina o tendință de menținere a interesului o perioadă foarte lungă și poate chiar să ducă la întrajutorarea civilizațiilor în rezolvarea unor probleme și depășirea crizelor. Acesta va fi cazul B. Astfel, după părerea mea, există o mare probabilitate ca schimbul să nu aibă loc sau, dimpotrivă, să fie intens, dar o mică probabilitate de a întîlni situații de mijloc. Un volum mic de schimburi este, ca să spunem așa, o stare de neechilibru. Din nefericire, estimarea pe care am făcut-o longevității neafectate se poate încadra în această regiune instabilă, astfel încît este greu să spunem care din cele două alternative va predomina.

Mărimea hotărîtoare în această problemă este raportul dintre longevitatea medie a civilizațiilor celor mai frecvente, L, și timpul mediu de așteptare a răspunsului, t_w. Acest raport este

$$K = L/t_w, \tag{17}$$

în care $L = 2t$, t fiind dat de ecuația (8), iar $t_w = 2D/c$ (c fiind viteza luminii). Din valorile estimării noastre (ecuațiile 13, 14 și 16) obținem

$$K = 10{,}2. \tag{18}$$

Zece convorbiri de-a lungul existenței unei civilizații înseamnă un oarecare schimb, dar nu mult, și rămîne deschisă chestiunea dacă atît este destul pentru a declanșa, prin feed-

Scanned with OKEN Scanner

back, cazul B. Pentru a arăta mai clar cum depinde mărimea K de supozițiile făcute, scriem

$$K = c/2\, D_o \left[\left(v_o Q \right)^{\frac{1}{3}} \left(\Sigma p_i l_i^2 / T^{\frac{1}{3}}\ l^{\frac{2}{3}} \right) \right] \qquad (19)$$

și pentru simplitate vom presupune că, dintre diferitele grupuri de eventualități din Tabelul 1, numai un grup, indicele k, are o valoare ridicată a produsului $p_i\ l_i$ în comparație cu valorile pentru celelalte grupuri. În acest caz vom avea $L = l_k$ și

$$\mathrm{K} = \left(c/2\mathrm{D}_o \right) \left(v_o\, Q\, p_k \right)^{\frac{1}{3}} \left(L^{\frac{4}{3}}\ T^{\frac{1}{3}} \right) \qquad (20)$$

Constatăm că, din nefericire, cea mai incertă mărime, L, intervine la o putere ridicată, pe cînd celelalte mărimi, Q, v_o și p_k, mai puțin dificile, intervin numai la o putere de 1/3. De aceea vom trece toată incertitudinea asupra lui L și vom scrie

$$K = (L/L_o)^{\frac{4}{3}}; \qquad (21)$$

cu o longevitate critică L_o definită de

$$L_o = (8D_o\ T/c^3\ v_o\, Q\, p_k)^{\frac{1}{4}}. \qquad (22)$$

Dacă folosim valorile $D_o = 2{,}3$ parseci, $T = 10^{10}$ ani, $c = 3 \times 10^{10}$ cm/sec, $v_o = 0{,}06$, $Q = 4$ și $p_k = 1/3$, ecuația (22) ne dă pînă la urmă

$$L_o = 4500 \text{ ani}. \qquad (23)$$

Datorită exponentului 1/4 din ecuația (22) cred că valoarea longevității critice (ecuația 23) nu poate fi prea greșită. Totul depinde atunci de problema dacă, raportată la 5000 de ani, longevitatea neafectată este mare. Dacă este, feed-back-ul va acționa, declanșînd cazul B, iar aceasta va spori longevitatea L considerabil, pînă la o valoare limitativă L_m.

Ajunși aici am atins însă limita metodei noastre de evaluare, deoarece, neavînd comunicații cu alte civilizații, nu avem de la ce să pornim și nu putem ști cît de puternic va fi efectul de feed-back. Este doar părerea mea personală că L_m nu va fi mai mare de, să zicem, un milion de ani și că va fi probabil mult mai mic de atît.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 1.
Valorile cele mai probabile pentru l_i și p_i (vezi în text).

Alternativa	Intervalul estimat pentru l_i (ani)	Valoarea adoptată l_i (ani)	Valoarea adoptată p_i	$p_i\, l_i$ (ani)
Distrugerea totală	0 —200	100	0,05	5
Distrugerea vieții superioare	0 —50	30	0,60	18
Degenerare	10^4—10^5	3×10^4	0,15	4 500
Pierderea interesului	10^3—10^5	10^4	0,20	2 000
Fără limitare	$\geqslant T - T_0$	$T - T_0$	0,00	0

TABELUL 2. Variația lui $1/v$, D, t_w și K cu longevitatea L (vezi în text)

L (ani)	$1/v$	D (parseci)	t_w (ani)	K
100	$1{,}3 \times 10^9$	2480	16200	0,006
300	$4{,}2 \times 10^8$	1720	11200	0,027
1000	$1{,}3 \times 10^8$	1150	7500	0,13
3000	$4{,}2 \times 10^7$	796	5190	0,58
10000	$1{,}3 \times 10^7$	534	3480	2,9
30000	$4{,}2 \times 10^6$	370	2420	12,4
100000	$1{,}2 \times 10^6$	248	1620	61,7
300000	4.2×10^5	172	1120	268
1000000	$1{,}2 \times 10^5$	115	750	1330

Pentru a ilustra variația diferitelor mărimi cu longevitatea L, am făcut unele calcule, obținînd rezultatele prezentate în Tabelul 2. Folosind aceleași valori ca pentru ecuația (23), obținem

$$\begin{aligned} v &= v_o Q p_h K/T = L/(1{,}25\text{x}10^{11}\ \text{ani}); \\ D &= D_o/v^{\frac{1}{3}} = 2{,}3\ \text{parseci}\ /v^{\frac{1}{3}}; \\ K &= (L/L_o)^{\frac{4}{3}} = (\text{L}/4500\ \text{ani})^{\frac{4}{3}}; \\ t_w &= 2D/c = 15\ \text{ani}/v^{\frac{1}{3}}. \end{aligned} \qquad (24)$$

Scanned with OKEN Scanner

Țin să subliniez că longevitatea L este o mărime extrem de incertă, pe cînd toate celelalte mărimi din ecuațiile (24) sînt credibile într-un grad considerabil. Astfel, orice L am alege se impune acceptarea răspunsurilor din Tabelul 2 pentru respectivul L.

Trebuie, mai ales, să acceptăm timpi de așteptare t foarte lungi (de cel puțin 1000 de ani) dacă vrem ca L să rămînă în limite rezonabile, iar acest rezultat este mai degrabă dezamăgitor. El înseamnă că feed-back-ul și cazul B pot fi declanșate numai dacă civilizațiile mai avansate sînt capabile să gîndească, să planifice și să acționeze în termeni de mii de ani. Aceasta este ceva extrem de diferit de situația în care ne aflăm noi, care am fi fericiți să putem rezolva problemele următorilor 5 ani. Totuși nu este imposibil nici ca selecția naturală și creșterea bunului simț să acționeze în această direcție. Mai departe, chiar dacă valoarea medie a lui K este prea mică pentru a declanșa cazul B, pot exista mari fluctuații ale lui K în timp și spațiu; dacă feed-back-ul a declanșat o dată în vreun fel cazul B, efectul rezultat va tinde să continue în timp și să se extindă în spațiu. Este uluitor cît de asemănătoare par să fie toate acestea cu problemele apariției vieții în general (și este chiar foarte tentant să stabilești unele paralelisme).

Rezumînd, cred că efectul de feed-back va juca un rol important într-o direcție sau alta. Ideea de bază este de a renunța în caz de dezamăgire și de a spori efortul în caz de reușită. Totuși nu sînt în stare să spun în care din cele două direcții este mai probabil să se simtă efectul. Ne așteptăm să găsim fie o intensă activitate de comunicații la distanțe mai mici (200—300 de parseci) între civilizații cu o existență extrem de îndelungată (cazul B), fie una foarte slabă, sau chiar nici una la distanțe mai mari (600—1000 de parseci) a unor civilizații similare cu a noastră (cazul A). Trebuie să fim pregătiți pentru ambele posibilități.

Concluzii secunde

Dacă feed-back-ul joacă rolul pe care credem că-l va avea, atunci unele din concluziile noastre prime trebuie să fie modificate. Întrucît nu putem preciza direcția feed-back-ului, trebuie considerate ambele posibilități.

Scanned with OKEN Scanner

1) Nu se impune nici o modificare în ceea ce privește concluziile noastre prime, 1, 2, 4, 5a și 5b; nu putem căuta stele singulare și nimeni nu ne trimite mesaje în mod special; civilizațiile pe care le vom întîlni vor fi mult mai avansate decît noi, iar semnalele de contactare vor conține deja mesaje care s-ar putea să folosească impulsuri relativ lente.

2) Sistemul nostru de recepție ar trebui să atingă o distanță fie de 200—300 de parseci în cazul *B*, fie de 600—1000 de parseci în cazul *A*.

3) În cazul *A* comunicația interstelară va fi mică sau nulă. În cazul *B* trebuie să ne așteptăm la un sistem de comunicații foarte dezvoltat cu o activitate intensă.

4) Conform legii selecției naturale, o specie fie are voința și capacitatea să se perpetueze, fie dispare repede. Astfel, dacă efectul de feed-back a declanșat cazul *B* și menține *în continuare* cazul B, înseamnă că există unele mijloace eficiente pentru „începători" să stabilească contacte cu alte civilizații (semnale de contactare).

Natura semnalelor

Pentru a avea o speranță rezonabilă de a reuși, cercetarea noastră trebuie să fie orientată de o idee precisă a ceea ce căutăm. Această idee se poate dovedi greșită și atunci va trebui să reîncepem cu una mai bună. Pare însă lipsit de speranță să cercetăm întregul cer, tot timpul, pe toate frecvențele și cu lărgimi de bandă foarte înguste pur și simplu pentru a găsi „ceva".

Eu propun să pornim de la ipoteza că natura semnalelor va fi determinată de două lucruri: a) scopul căruia îi servesc; b) modul cel mai eficient de a-l atinge. Pe ambele am putea să le presupunem. Argumentul că alte civilizații pot fi total diferite nu contribuie cu nimic la orientarea unei căutări, chiar dacă el este adevărat, în timp ce ipoteza de mai sus va duce la un program precis, chiar dacă este lipsită de validitate; iar că ea are sau nu validitate o putem spune numai dacă încercăm. Pentru a rezuma, cred că o cercetare are o șansă apreciabilă de succes dacă este orientată de cea mai bună ipoteză pe care o putem formula și nici o șansă dacă este întreprinsă fără a avea un plan precis. Considerațiile de mai jos sînt foarte incomplete și au caracterul

Scanned with OKEN Scanner

unor încercări; principalul scop pe care-l am în vedere prezentîndu-le este de a stimula formularea unora mai bune, care pînă la urmă să poată fi folosite.

În ceea ce privește scopul, putem concepe trei posibilități generale: comunicație locală pe cealaltă planetă, comunicație interstelară cu anumiți parteneri, și dorința de a atrage atenția unor viitori parteneri necunoscuți. Astfel, lucrurile pe care trebuie să le căutăm le-am putea numi emisiune locală, emisiune la mare distanță și semnale de contactare. Emisiunea locală are cea mai mare probabilitate de existență, dar se poate să fie extrem de greu detectabilă din cauza relativei ei slăbiciuni. Emisiunea la mare distanță nu ne-ar fi adresată, dar s-ar putea să ne parvină din întîmplare; probabilitatea este însă mică. Semnalele de contactare ar fi destinate exact genului de cercetare pe care plănuim să o facem și de aceea ele trebuie să aibă cea mai mare probabilitate de a fi detectate, cu condiția să existe. Emisiunile locale ar exista în ambele cazuri, *A* și *B*, așa cum le-am definit mai sus, în timp ce emisiunile la mare distanță și semnalele de contactare ar exista numai în cazul *B*.

Cît privește frecvențele folosite, cele pentru emisiunile locale s-ar putea să nu difere prea mult de ale noastre, dar pentru comunicațiile la distanțe interstelare gama de frecvențe ar fi limitată din considerente de economicitate. Drake[5] a calculat influența conjugată a zgomotului galactic și zgomotului atmosferic și a găsit un minimum larg, între 1000 și 10000 de megacicli. Într-o comunicare recentă[6], Drake găsește, chiar pentru emisia și recepția prin alte atmosfere planetare, o regulă foarte generală pentru stabilirea frecvenței celei mai economice. Ea trebuie să se situeze în gama de 1000— 30000 megacicli pe secundă, cel mai probabil în jur de 10000 megacicli pe secundă ($\lambda = 3$cm), o frecvență care poate fi percepută și dinăuntrul atmosferei noastre.

Drake[6] a precizat că emisiunea locală ar ocupa un număr mare de canale înguste, distribuite pe o gamă mai largă de frecvențe. El a elaborat o metodă foarte eficace de detecție, o corelație între două baleieri de frecvență independente. Această metodă nu are în vedere semnalul unic, cu frecvența și intensitatea lui, ci răspunde cu o sensibilitate spo-

[5] F.D. Drake, „Sky and Telescope" 19, 40 (1959).
[6] în pregătire.

Scanned with OKEN Scanner

rită la întrebarea dacă există sau nu un număr mare de semnale pe aceleași frecvențe în ambele sensuri. Aceasta este prima chestiune ce se cere lămurită.

Cît privește emisiunile la mare distanță, am calculat probabilitatea ca una din ele să nimerească pe Pămînt. Întrucît răspunsul nu este foarte încurajator, omit detaliile și mă limitez să dau rezultatul. Dacă fiecare civilizație comunică pe o bază permanentă — emisie și recepție — cu un număr n de vecini ai ei, dacă mesajele sînt trimise cu un fascicul de lărgimea β și dacă sîntem în stare să detectăm aceste semnale la de q ori distanța la care sînt trimise ($q>1$, deoarece să detectezi este mai ușor decît să înțelegi), atunci probabilitatea ca noi să fim nimeriți din întîmplare este de aproximativ

$$P = (\pi / 120)\, q^2 \beta^2 n^2, \qquad (25)$$

o valoare independentă de L și D.

Dacă considerăm că $P = 1/2$ este suficient de mare pentru a garanta o căutare și considerăm $q = 5$ și $\beta = 1$ minut de arc drept valori probabile, aceasta ar presupune ca fiecare civilizație să comunice permanent cu $n = 1300$ altele, caz care pare foarte improbabil.

Dat fiind că toate mărimile necunoscute intervin în ecuația (25) la puteri mari, credem că o „nimerire" întîmplătoare este într-un înalt grad improbabilă (deși nu imposibilă). O altă dificultate este că lărgimea de bandă va fi probabil extrem de îngustă și că nu putem în nici un fel să presupunem exact frecvența folosită.

Semnalele de contactare constituie o problemă fascinantă. Cu condiția să existe, ele sînt menite să atragă atenția oricărei noi civilizații. Dacă am fi în stare să intuim care este metoda cea mai economică de a face acest lucru, am ști exact ce să căutăm; astfel ar spori considerabil probabilitatea detectării, ceea ce (închizînd cercul) ar face ca metoda să fie cea mai economică. Rămîne însă o problemă: cum să definim precis cuvîntul *economică?* Recunosc că nu am găsit o definiție care să merite s-o aștern aici și că, deocamdată, trebuie să las această problemă deschisă. Să admitem că am găsit definiția corectă. Acest lucru ne-ar permite să calculăm în cazul fiecărei metode propuse prețul C (sau oricum am numi măsura efortului depus de partea noastră, de cealaltă parte, sau de ambele) care trebuie plătit pentru a ob-

Scanned with OKEN Scanner

ține o probabilitate de detecție P_d la o distanță D_d într-un interval de timp t_d. Pentru P_d putem lua 1/2; pentru D_d, distanța medie D (200—300 parseci); iar pentru t_d, jumătate din numărul anilor după care cele mai multe civilizații s-ar gîndi să abandoneze cercetarea lor dacă nu a avut succes (cîteva sute de ani, poate). Calculăm valoarea lui C pentru toate metodele propuse și conchidem că aceea care dă valoarea cea mai mică a lui C este exact *metoda* folosită de ceilalți; dar, cu o condiție. Metodele pe care le putem concepe, ca și definiția pe care o dăm *economicului*, depind de stadiul nostru actual de dezvoltare. Celelalte civilizații vor fi mult mai avansate decît noi, dar vor fi acumulat experiență cu începătorii și vor fi elaborat un anumit standard a ceea ce trebuie să știe un începător și a ceea ce trebuie el să fie în stare să presupună pentru a fi considerat un viitor partener. Condiția, deci, este ca noi să corespundem deja acestui standard. Iar că noi îndeplinim sau nu condiția de mai sus o vom afla numai dacă încercăm.

Valoarea lui C trebuie să fie minimă cînd întreaga putere este folosită pe un singur canal îngust și cu o anumită frecvență care poate fi presupusă de ascultător. Așa cum au relevat Cocconi și Morrison[7], singurul „jalon" pe care-l cunoaștem în gama importantă a frecvențelor care ar putea să fie folosite în acest scop este linia de 21 centimetri. Eu propun o modificare. Fondul unui semnal va fi mult mai puternic în această linie decît alături de ea — atît de puternic încît să acopere un semnal slab —, iar limitele liniei nu ne sînt destul de bine precizate pentru a plasa semnalul chiar lîngă ea. Sugestia care rezultă de aici ar fi, deci, să se folosească exact *dublul* frecvenței liniei de 21 de centimetri. Dacă această încercare va eșua, va trebui să căutăm metode mai complicate de a produce semnale de contactare.

Fiecare metodă va consta dintr-un *plan* general de repartizare în spațiu, în timp și pe frecvențe a puterii emise și un număr de *parametri* care să reglementeze aceste repartiții. Ar trebui să putem concepe acest plan și să evaluăm parametrii care reduc la minimum valoarea lui C. Cît privește parametrii care nu-l influențează pe C, va trebui pur și simplu să-i încercăm pînă vom nimeri valorile corecte. Astfel, probabilitatea detectării trebuie să fie calculată pornind de la supoziția că planul și parametrii optimi pentru

---

7 G. Coconi și P. Morrison, „Nature" 184, 844 (1959).

Scanned with OKEN Scanner

C ne sînt cunoscuți și că variem sistematic parametrii rămași, necritici, pe întreaga lor gamă posibilă. Iată, așadar, regulile acestui joc fascinant.

Trebuie să mai menționăm și alte două reguli care s-ar putea să aibă un anumit rol. În primul rînd, din cauza timpilor de așteptare lungi, semnalele de contactare vor conține probabil mesaje. Există două posibilități: fie întregul mesaj de contactare va varia în maniera unui mesaj codificat, fie planul lui va fi astfel alcătuit încît va dirija atenția noastră exact pe frecvența pe care au fost trimise mesajele. Întrucît detectarea are prioritate față de mesaj și este mai ușoară dacă nu este implicată nici o neregularitate (un cod) și întrucît nu va fi nici un motiv de grabă în „conversație", consider că al doilea caz este mai probabil și că pentru mesaj vor fi suficiente doar cîteva canale. În al doilea rînd, semnalul de contactare nu trebuie să interfereze cu alte activități, cum ar fi comunicațiile deja existente: aceasta înseamnă, de exemplu, că nu trebuie să ocupe prea mult din ansamblul spectrului de frecvențe. (Semnalele de contactare și emisiunile la mare distanță vor avea aproximativ aceeași gamă a frecvențelor celor mai economice). Pentru a da o idee de modul în care semnalul de contactare ar putea să dirijeze atenția spre mesaj, voi menționa un exemplu. Distribuim un mare număr de semnale pe gama economică de frecvențe într-un model simetric față de centrul acestei game. Înspre centru scădem distanța dintre semnale (și lărgimile lor de bandă) proporțional cu distanța de la centru, pînă ajungem la un canal foarte îngust chiar în centrul modelului (toate celelalte detalii ale dispunerii sînt precizate pe deplin prin reducerea lui *C* la minimum). Pe acest canal central se repetă la fiecare 10 ani o introducere în limbaj, iar la sfîrșitul acestui interval i se comunică ascultătorului pe ce frecvență să găsească mesajul următor, și așa mai departe, toate aceste mesaje fiind transmise simultan, dar fiind citite în ordinea succesiunii. La urmă, ascultătorului i se spune pe ce frecvență și cu ce putere să răspundă.

Concluzii terțe

1) Cercetarea noastră trebuie să se bazeze pe supoziția că natura semnalelor va fi determinată exclusiv de scopul urmărit și de modul cel mai economic de a-l atinge. Ar tre-

Scanned with OKEN Scanner

bui să încercăm să le aflăm pe ambele pentru a mări probabilitatea detectării.

2) Am luat în considerare trei feluri de semnale, cu scopuri diferite, pe care le-am numit emisiune locală, emisiun la mare distanță și semnale de contactare. Emisiunea locală are cel mai înalt grad de probabilitate de a exista, dar ar fi extrem de greu de detectat. Emisiuni la mare distanță ar exista numai în cazul *B*, iar probabilitatea ca ele să ne parvină întîmplător este foarte mică. Semnale de contactare ar exista numai în cazul *B*, iar ele prezintă cea mai mare probabilitate de detectare deoarece ar fi destinate chiar acestui scop. Din acest motiv și datorită concluziei nr. 4 din „concluzii secunde", recomand să începem cercetarea în baza supoziției cazului *B* și să căutăm semnale de contactare. Dacă vom eșua, ne-am putea spori efortul căutînd, în baza supoziției cazului A, emisiuni locale.

3) În prezent nu se poate da nici un program precis pentru căutarea semnalelor de contactare. Raționamentul general pentru a ajunge la un astfel de program este însă dat: să formulăm toate presupunerile și opiniile de care sîntem în stare despre natura semnalelor și să admitem că cel ce le emite știe cît putem noi presupune, deoarece această abordare indică modul cel mai economic de a contacta semnale.

4) Căutarea altor civilizații va avea fie un rezultat uluitor, fie nici unul. De aceea, cu speranța că primul caz se va realiza, recomand să pornim cercetarea cît mai repede cu putință și să-i consacrăm toate eforturile de care sîntem în stare. Dar ca să fim pregătiți pentru al doilea caz, recomand proiectarea unui sistem de recepție care să poată fi folosit și pentru astronomia obișnuită, deoarece, date fiind dimensiunea și sensibilitatea cerute de sarcina primă, el va fi extrem de puternic. Timpul de observare va fi atunci alocat în părți egale celor două proiecte afectate instrumentului.

Scanned with OKEN Scanner

MARX GYÖRGY

CLUBUL GALACTIC*

Dă mîna și lovește! Clipei de-i voi zice
Rămîi, că ești atîta de frumoasă! —
Îngăduit îți e atunci în lanțuri să mă fereci.
Atuncea moartea bată-n turn din acioaia zgomotoasă,
Atunci scăpat de slujbă ești, cum se cuvine.
Atuncea ornicul să stea, arătătorul cadă,
Oprit să fie timpul pentru mine!

GOETHE: FAUST
(traducere de Lucian Blaga)

De unde venim?

Nebuloasa galactică se zvîrcolea fierbinte, pulsînd în Univers, pînă cînd propria-i gravitație smulse din ea un nor uriaș de gaze ce se îndepărta tot mai mult, lăsînd în urmă văgăuni de milioane de ani lumină. Sfera de hidrogen și-a început istoria evolutivă. Îndesîndu-se, vîrtejurile-i sălbatice s-au condensat într-un uriaș disc rotitor. Două sute de milioane de ani a durat o singură rotație, ceea ce la periferia ei înseamnă o viteză de sute de km/s.

Învîrtindu-se ca un titirez a scos la iveală uriașe brațe ce se încolăceau ca tentaculele unui polip înnebunit de rotație. Au trecut milioane de ani. În sînul nebuloasei spirale au apărut noduri mărunte. Colapsul gravitațional a aprins stelele, încingîndu-le la milioane de grade.

Pe tabla neagră a Universului străluceau tot mai multe puncte luminoase desenînd cu elan, în arcuri ample, spirale orbitoare. În chinuri fierbinți s-au născut stele. Sub influența gravitației s-a contractat sfera de gaze ca după aceea să fie destrămată din nou de propria-i rotație. Au apărut roiuri de corpuri cerești inseparabile din cauza gravitației și neunificabile din cauza mișcării lor. Pe bolta cerească strălucesc grupuri de cîte două-trei stele. Pînă și stelele singuratice sînt înconjurate de un inel rotitor de corpuri întunecate. Acest brîu de planete a preluat momentul cinetic al globului în condensare, asigurînd stelei o evoluție liniștită.

---

* „Valóság" 1/1971 (traducere de *Ildikó Gábos*).

Scanned with OKEN Scanner

S-au scurs alte miliarde de ani. În locul nebuloasei difuze — vîrtejul ameţitor al unui carusel de miliarde de stele şi planete. Ca să nu ameţim, să ne concentrăm atenţia asupra unuia din sistemele planetare. În unul din braţele exterioare ale nebuloasei străluceşte o banală stea galbenă. Nu are nimic deosebit, se pierde printre celelalte miliarde de stele existente. Nouă planete se rotesc în juru-i. Cele mai apropiate sînt arse cu sete de focul nuclear central. Atomii celor periferice sînt încremeniţi de frigul interstelar. Este de la sine înţeles că undeva între ele trebuie să existe o planetă pe care lumina potolită de depărtare a stelei invită atomii la un dans blînd. Voioşi, aceştia se adună în grupuri mai mari sau mai mici. Începe jocul spontan al proceselor chimice.

Dansul inconştient devine palpitant. Şerpuiesc lanţuri tot mai lungi de atomi. Moleculele uriaşe înghit grupurile mai mici multiplicîndu-se în exemplare. infinite. Colcăiala de molecule trezite la viaţă transformă suprafaţa planetei. Plante verzi năpădesc solul întinzîndu-se setoase spre soare. Vieţuitoare vioaie se înfruptă din ele: animalele.

Viaţa tot mai stăpînă naşte specii deosebit de stabile. De zeci şi sute de milioane de ani generaţiile fără de sfîrşit ale rechinilor ce înoată în mare, ale scorpionilor ce se tîrăsc pe stînci îşi salvează existenţa ferecînd-o în armura formei neschimbate, a modului de viaţă lipsit de pretenţii.

Au vîndut emoţiile evoluţiei contra siguranţei supravieţuirii lor fără istorie. Alte specii caută noi posibilităţi cu o răbdare înnăscută. Organismul lor reacţionează prin mutaţii spectaculoase şi schimbări violente chiar şi la cei mai slabi stimuli. Experimentează riscînd. Peştii devin amfibii. Apar reptilele, cîştigîndu-se independenţa faţă de apă. Şopîrlele şi-au mărit dimensiunile în detrimentul mobilităţii, ajungînd la pieire. Păsările care au populat pînă şi insulele pustii din ocean au renunţat la inteligenţă în schimbul mobilităţii. Sistemul nervos central, creierul înspăimîntător de labil şi impresionant de flexibil se dezvoltă cel mai mult la mamifere. Înainte, milioanele de ani se scurgeau leneş, exasperant de uniform. Acum evoluţia se accelerează: fiecare milion de ani este diferit de cel dinainte. Mamiferele populează planeta. Cînd spaţiul pe uscat devine insuficient, unele, chiar dintre cele mai inteligente, se întorc în mare. Acolo, creierul lor superior le asigură condiţii optime de trai ca în cazul delfinilor.

Scanned with OKEN Scanner

Nu știm sigur ce s-a întîmplat. Poate doar atît că — acum 700 de mii de ani — un uriaș meteorit a explodat undeva între Asia, Africa și Australia. Privit din Univers — episod nesemnificativ. Dar explozia a deteriorat cîmpul magnetic terestru. Temporar, prin fisura care a luat naștere, pe pămînt „au năvălit" radiațiile cosmice, ionizînd cîțiva atomi din moleculele sensibile, deținătoare de informații genetice, ale mamiferelor. În urma unei mici mutații a atomilor s-a născut o nouă specie. Resturile meteoritului, tectitele, se găsesc și azi cu sutele în deșerturi sau pe fundul mării. Mîlul marin de o vîrstă cu ele a înregistrat schimbarea magnetismului terestru. Tot din această perioadă de timp datează craniile umane găsite în Africa și Asia care se apropie de volumul de 1000 cm^3. Iar lîngă osemintele lui homo erectus zac uneltele de piatră. Noua specie a fost neliniștită și ambițioasă.

Omul a apărut după 5 miliarde de ani de la nașterea pămîntului și în cel de-al treilea milion de ani ai vieții terestre. De atunci n-au trecut nici un milion de ani. După cîteva sute de mii de ani, locul lui homo erectus a fost luat de homo neanderthalensis, uneltele de piatră au fost înlocuite cu securea iar homo sapiens, în decurs de 10 mii de ani, ajunge de la secure la computer.

Curioși, ne-am orientat spre Univers. Pe cerul-natal am observat o fîșie albă — izvor de lapte cosmic. Am botezat-o Cale Lactee. Odată descoperită, luneta a arătat că această fîșie nu este altceva decît un uriaș disc rotitor presărat cu stele strălucitoare. Întreaga nebuloasă-spirală care ne înconjoară am denumit-o Galaxie. Am aflat că milioane de ani lumină ne despart de alte galaxii. Am început să cercetăm și să îndrăgim Galaxia, patria noastră cosmică.

Pînă acum, cariera omenirii este o reușită. De la revoluția neolitică (uneltele de piatră șlefuite, agricultura, construirea de orașe) a crescut în mod impresionant numărul oamenilor, puterea creatoare și activitatea de cercetare a umanității, culminînd cu revoluția științifică din zilele noastre.

Dar cele două decenii ale revoluției tehnico-științifice sau cele 7 milenii care au trecut de la revoluția neolitică sînt doar scurte clipe față de cele 10 miliarde de ani ale galaxiei, cele 5 miliarde de ani ale Terrei sau cele 6 miliarde de ani cît ne mai rezervă viitorul, asigurîndu-ne condiții de viață în sistemul planetar.

Scanned with OKEN Scanner

Pînă în prezent cunoaștem istoria Universului, a vieții terestre și a culturii umane. Ce va urma? Omul a pătruns în miezul atomului, a înțeles funcționarea „cazanului nuclear" al stelelor. Și în cîțiva ani a construit bomba atomică! Omul a construit și rachete pentru a trimite bombele deasupra orașelor altor oameni. După aceea a vizitat Luna. A descoperit radarul pentru a se putea apăra de dușmani. Dar antenele au captat unde sosite din străfundurile spațiului și timpului. Cu ajutorul radiotelescoapelor a cartat și brațele spirale ale galaxiei.

Față de scorpionii sau rechinii care au supraviețuit milioane de ani, sîntem un fenomen nou, instabil și imprevizibil. Sîntem puși în încurcătură dacă trebuie să facem planuri pe 15 ani înainte. Disputăm lumea anilor 2000, ne frămîntăm cum să ne pregătim fiii pentru ea. Părerile sînt împărțite. Soarele ne mai oferă 6 miliarde de ani. Omul nu mai este înconjurat de monștri. Se află față în față doar cu el însuși. De aceea soarta lui este imprevizibilă. Care ne va fi mai bogat: viitorul sau trecutul?

Putem efectua măsurători experimentale. Putem reconstitui oricînd mișcarea pendulului sau fisiunea mezonilor. Din numeroasele observații experimentale rezultă legi exacte. Cultivăm bacterii și creștem cobai dar nu putem face experiențe pe civilizații. În sistemul nostru solar există o singură civilizație: a noastră. Dacă experiența dă greș, dacă „întîmplător" o distrugem, ne distrugem și odată cu noi și viitorul. Putem prevedea evoluția stelelor și planetelor pe miliarde de ani înainte. Dar nu cunoaștem soarta culturii umane.

Încotro ne îndreptăm?

Tot mai des sîntem vizitați de ființele inteligente ale altor sisteme stelare îndepărtate. De obicei, sosesc în „farfurii zburătoare", nave spațiale discoidale deosebit de mobile. Tot mai mulți sînt cei care I-au văzut, au vorbit cu Ei (tînăra secretară a Institutului de Cercetări din Mexico-City mi-a povestit că într-o seară a acostat-o un tînăr chipeș, extraterestru, propunîndu-i un program comun pentru seară). Pînă și scepticii, care zîmbesc ironic la auzul „referatelor" detaliate oferite cu generozitate de martori oculari, sînt

Scanned with OKEN Scanner

derutați de ceea ce se poate citi în ultimul timp tot mai des în presă. „De ce tocmai acum sînt văzuți Ei de atîta lume? De ce n-au sosit farfurii zburătoare și pe vremea străbunicilor?“

În fiecare epocă apăreau fenomene naturale inexplicabile pentru oamenii simplii și de multe ori chiar și pentru savanți. Superstițioșii șușoteau despre vrăjitorie, poporul înspăimîntat prezicea război pe baza unor fenomene meteorologice și astronomice neobișnuite. Azi, în epoca mîndră a științei și zborurilor spațiale, ne este mai la îndemînă asociația: fulger globular sau meteorit = OZN. Atît de mult auzim vorbindu-se despre unitatea materială a Universului, infinitatea spațiului stelar și originea „naturală“ a omului încît găsim de la sine înțeleasă argumentarea: „să nu fim încrezuți, să nu credem că noi singuri sîntem inteligenți în Univers. Dacă noi am ajuns pe Lună de ce n-ar fi ajuns și Ei pe Pămînt?“.

Imaginația este puternică dacă startul este sigur, rampa de lansare fiind știința. Este mai convingător romantismul lui Columb care a descoperit un continent în mijlocul oceanului sau al lui Galilei care a descoperit munți pe Lună căci în spatele acestor aventuri intelectuale stau fapte reale. Merită și astăzi să facem o comparație între căile vehiculate de science fiction și posibilitățile reale oferite de știință.

Da, omenirea în timpul vieții noastre pornește cu rachete spre explorarea corpurilor cerești. Acum doi ani a ajuns pe Lună cu o rachetă chimică, iar în decurs de o sută de ani rachetele atomice vor explora și planetele soarelui nostru. Distanța pînă la Lună este de ordinul secundelor-lumină, pînă la planete de ordinul minutelor-lumină, stelele apropiate se află la distanța de ani-lumină iar galaxiile la mii de ani-lumină față de noi.

Acum, în faza de început, optimistă, a explorării spațiale, științele exacte au recunoscut că omul, limitat de barierele ridicate de durata vieții biologice, resursele energetice ale planetei și legile universale ale fizicii, nu va putea atinge cu ajutorul rachetelor sistemele planetare ale celorlalte stele. Iar în cadrul sistemului nostru stelar nu ne așteptăm să existe civilizații inteligente.

Farfuriile zburătoare există, dar nu în cosmos, ci în visele omului. Am intuit depărtările nesfîrșite ale Universului. Am vrea să încălzim Universul cu focul sacru al inteli-

Scanned with OKEN Scanner

genței. Savanții, amuțiți de glaciala frumusețe a Universului nemărginit, tînjesc după corespondenți spațiali.

Am primit dezamăgiți verdictul cercetărilor: limitarea deplasării rachetelor noastre la sistemul solar.

În contrast cu această dezamăgire, recunoașterea faptului că mesajele radio pot circula liber între stele a fost o adevărată revelație.

Cu ajutorul undelor decimetrice luăm legătura cu cosmonauții de pe Lună, dirijăm sondele ce coboară pe Venus și recepționăm radiația stelelor îndepărtate.

În cazul în care avem pe cine căuta, bazîndu-ne pe radiotehnica noastră, ne putem angaja în explorarea spațiului, în 1960, pe o rază de 10, iar în 1970, pe o rază de 100 de ani-lumină.

Cunoaștem legile fizicii și ale chimiei. Ne imaginăm relativ fidel cum s-au născut soarele, celelalte stele, cum îmbătrînesc, cît trăiesc. Bănuim secretele nașterii planetelor. Dezvăluim bazele fizico-chimice ale vieții. Putem să începem socoteala: cîte leagăne ale vieții există în Galaxie. Unde au putut lua ființă societăți culte? Cîți sînt cei care au creat tehnica telecomunicațiilor, care sînt capabili să recepționeze mesaje radio?

Umanitatea este doar un singur exemplu de dezvoltare a unei societăți inteligente. Poate sîntem un caz izolat care nu poate fi generalizat. Dar putem fi aproape și de o linie de mijloc, aceasta reprezentînd calea tipică de evoluție a materiei. Caracteristicile noastre de bază pot coincide cu ale celorlalte culturi din Galaxie. Nu putem afirma nimic sigur. Neobișnuitul este totuși mai rar decît obișnuitul. Dacă ne credem un caz tipic, am ales punctul de plecare cel mai probabil. Sîntem adolescenți timizi în fața celor 10 miliarde de ani ai Galaxiei. Nu putem cunoaște viitorul nostru apropiat, cu atît mai puțin cel de peste milioane de ani. Dar dacă am putea descoperi celelalte societăți din Galaxie, am găsi deopotrivă și tinere și bătrîne. Am putea cunoaște cîte ceva despre continuarea istoriei.

Căutarea inteligenței în Galaxie este una din cele mai grandioase sarcini formulate vreodată de omenire. Generația noastră are misiunea nobilă să înceapă îndeplinirea ei care poate avea consecințe decisive asupra istoriei următoarelor milenii.

Scanned with OKEN Scanner

Fie N_o numărul total al stelelor din Galaxie. O fracțiune f_o *este capabilă* să fie sursă de căldură dătătoare de viață din care f_b poate avea un sistem planetar; n_b — numărul mediu de planete pe care sînt întrunite condițiile fizico-chimice necesare apariției vieții, T_b — timpul cît pot fi menținute aceste condiții pe o planetă, w_e — probabilitatea apariției vieții în condițiile respective, n_i — numărul speciilor de pe o planetă înzestrate cu inteligență, w_a — probabilitatea ca o specie inteligentă să dezvolte o știință, o tehnică și să se angajeze activ în stabilirea contactului cu alte civilizații, T_a — durata medie a vieții active a speciilor. Înmulțind aceste probabilități, rezultă numărul probabil N al civilizațiilor care caută activ să stabilească conexiuni în Galaxia noastră:

$$N = N_o \cdot f_o \cdot f_b \cdot n_b \cdot T_b^{-1} \cdot w_e \cdot n_i \cdot w_a \cdot T_a$$

Ecuația așteaptă doar să fie înlocuite datele numerice.

Dacă valoarea probabilă a lui N este mai mică decît 1 atunci e aproape sigur că sîntem singuri. În prezent doar civilizația noastră există în Galaxie. Nu putem începe expediții, nu avem corespondenți radio. Sîntem imobilizați pe vecie în închisoarea propriei noastre civilizații. Istoria și pieirea altora, modelul viitorului nostru, rămîn secrete.

Dacă N este foarte mare, deci dacă există mii și milioane de civilizații active în Galaxie, atunci trebuie să sperăm să realizăm un contact. Am putea realiza legături radio pe o rază de 100 sau 1000 de ani-lumină. Această mare experiență ne-ar aduce la cunoștință soarta civilizațiilor mai realist decît o fac autorii de science-fiction.

Să vedem cifrele. $N_o = 50$ miliarde. În Galaxie există o materie echivalentă cu o sută de miliarde de stele, din care o bună parte se găsește chiar sub formă de stele.

$f_o = 5\,\%$. Dintre stele 10 % sînt suficient de luminoase ca să-și încălzească mediul și să asigure menținerea unei călduri constante timp de miliarde de ani. Din punct de vedere mecanic nu există traiectorie circulară pe parcursul căreia temperatura să fie constantă. Ținînd cont de aceasta găsim, ca limită inferioară, valoarea de 5 %.

Scanned with OKEN Scanner

$f_b = 100\%$; o stea poate să-și reducă viteza de rotație doar prin formarea de sistem planetar.

$n_b = 0{,}1$; este o valoare posibilă pentru numărul planetelor locuibile. În sistemul solar doar Terra și Marte au temperaturi acceptabile pentru viață.
Chiar dacă Mercur și planetele mici ar fi fost în zona „temperată", din lipsă de atmosferă și apă, ar fi rămas sterile. De aici aprecierea modestă de 0,1.

$T_b = 5$ miliarde de ani. Galaxia are 10, Pămîntul 5 miliarde de ani. Soarele rămîne cca. 12 miliarde de ani în stadiul actual. Datele de pînă acum, ca ordin de mărime, sînt corecte deoarece se bazează pe legi astrofizice exacte. Urmează acum datele referitoare la viață și societate. Aici ne putem baza doar pe un singur exemplu concret, istoria vieții terestre, de aceea nu sîntem siguri de exactitatea lor.

$w_e = 100\%$, este aprecierea noastră optimistă.

Bazîndu-ne pe genetica moleculară, știm că este o legitate ca materia neînsufletită să dea naștere la materie vie, avînd condițiile fizico-chimice și timpul necesar. Siguri de aceasta vom fi doar atunci cînd vom vedea primele plante aduse de pe Marte.

$n_i = 1$. Pe pămînt, în prezent, trăiește o singură specie inteligentă, ambițiosul homo sapiens. Este adevărat că înaintea noastră mai mulți strămoși au ajuns în stadiul făuririi de unelte. Poate ar trebui să luăm în considerare și delfinii. Rămînem totuși la valoarea 1. Pe baza propriei noastre experiențe, este puțin probabil că specia care pentru prima oară a cucerit inteligența și tehnica și-ar suporta concurenții.

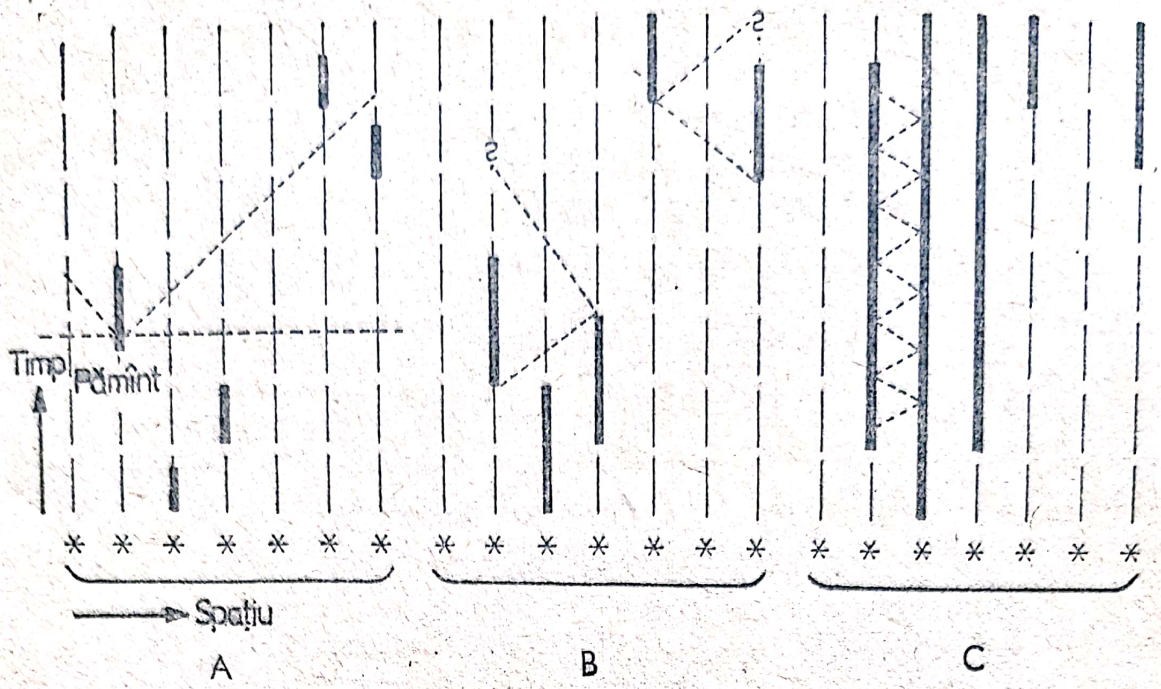
$w_a = 20\%$ ar putea fi probabilitatea ca specia inteligentă să ajungă la o tehnică dezvoltată, să acumuleze cunoștințe astronomice, să caute activ realizarea unei legături interstelare.

Civilizația de origine europeană *de la faza de reverie* a ajuns în epoca electronicii și a astronauticii active.

Dar dacă Europa n-ar fi fost, oare culturile din Orientul îndepărtat sau cultura Americii centrale ar fi putut depăși barierele impuse de filozofia și religia lor, ar fi realizat toate acestea?

Dacă omul n-ar fi fost, delfinii ar fi construit vreo navă cosmică? Iar de pe Marte — unde bănuim totuși existența vieții — nu ne-au sosit încă semnale radio. Nu putem scrie deci 100%.

Scanned with OKEN Scanner



Tipul A: Liniște galactică

Dacă civilizațiile active au existență scurtă în galaxie ($T < 100$ ani) în zadar se nasc de ordinul milioanelor, fiecare trăiește singură. Semnalul nu este auzit de nimeni.

Tipul B: Monolog galactic

Dacă durata vieții civilizațiilor active este de mii de ani ($100 \text{ ani} < T_a < 12000 \text{ ani}$), coexistă mai multe dar nu au timp pentru dialog.

Tipul C: Dialog galactic

Dacă durata vieții civilizațiilor active este exprimabilă în unități astronomice, coexistă foarte multe, făcînd astfel posibil un dialog întreținut.

T_a = durata activității. Durata vieții civilizațiilor care-și dezvoltă tehnica, își aprofundează științele. Doar acum 25 de ani a explodat prima bombă atomică. Acum 10 ani am încercat să recepționăm pentru prima dată un mesaj interstelar. Acum doi ani am coborît pe Lună. Abia acum începe epoca activității galactice. Pentru noi, acesta este viitorul referitor la care nu avem nici un fel de experiență.

T_a este marea necunoscută a ecuației noastre. Să punem 5 decenii presupunînd că ne-am plictisit de investigarea spațiului cosmic sau ne autodistrugem în urma înarmării atomice? Sau 5 miliarde de ani, cît ne permit resursele nucleare ale Soarelui? Viitorul nu se poate măsura cu exactitate științifică.

Scanned with OKEN Scanner

Să nu dăm nici o valoare concretă pentru T_a. Să înlocuim mai bine datele de pînă acum.

$$N = \frac{50 \text{ miliarde } .0{,}05.1.0{,}1.1.1.0{,}20}{5 \text{ miliarde ani}} T_a = \frac{T_a}{100 \text{ ani}}$$

Dacă $T_a > 100$ ani, dacă reușim să ne menținem măcar timp de un secol în stadiul tehnic actual, nu mai sîntem singuri. Dar să continuăm.

Cît de frecventă este inteligența creatoare în lumea stelară?

$$\frac{N_0}{N} = \frac{5 \text{ bilioane ani}}{T_a}$$

Dintre atîtea stele, măcar în preajma uneia s-ar putea să trăiască o civilizație activă. Distanța medie dintre stele este $d_0 = 8$ ani-lumină deci societățile tehnologice se găsesc la distanțe de:

$$d = d_0 \left(\frac{N_0}{N}\right)^{1/3} = 1370 \text{ ani-lumină} \left(\frac{T_a}{1 \text{ milion ani}}\right)^{1/3}$$

Dacă $T_a < 1$ milion de ani, atunci emițătorul și receptorul sînt despărțite de distanțe mai mari de o mie de ani-lumină. Mesajul călătorește prin spațiu mai mult de o mie de ani pînă la Ei și tot atîta timp pînă la sosirea răspunsului. Viteza de deplasare a luminii și a undelor radio (viteză limită) este $C = 1$ an lumină/an, de aceea cele mai apropiate două civilizații, în timpul vieții lor active, pot schimba mesaje de Z ori, unde:

$$Z = T_a : \left(2\frac{d}{c}\right) = \left(\frac{T_a}{12 \text{ mii ani}}\right)^{4/3}$$

Am ajuns astfel la o nouă durată critică a vieții. Dacă timpul de activitate este mai mic de 12 mii de ani rezultă $Z < 1$. Nu ajunge timpul pentru a aștepta răspuns la mesajul nostru. Putem transmite mesaje dar ecoul gîndurilor noastre nu-l vom mai auzi.

Dacă, însă, timpul de viață activă depășește 12 mii de ani, dacă viitorul nostru este, în perspectivă, mai lung decît trecutul început cu revoluția neolitică, atunci distanțele sînt mici și timpul pe care-l avem la dispoziție este lung.

Scanned with OKEN Scanner

Putem emite și putem recepționa mesaje de multe ori. Într-o astfel de situație s-ar putea să apară o colectivitate formată din parteneri cu același grad de inteligență, care să schimbe opinii, cunoștințe, să dezbată concepții, să se stimuleze reciproc. Ar lua naștere un Club Galactic, care să împletească ideile comune, transfomînd într-o rețea unică firele vieților ce pînă acum rătăceau nesigure prin spațiu.

Cum ne întîlnim?

Nu știm exact cum ar trebui să cerem accesul nostru în Clubul Galactic. Sîntem adolescenți, acum trecem în epoca activității cosmice.

S-ar putea ca primul nostru partener să fie la fel de tînăr ca noi sau cu miliarde de ani mai în vîrstă. Vîrsta cea mai probabilă este $T_a/2$. Trebuie să ne așteptăm la societăți care din punct de vedere științific ne depășesc cu mult.

Dacă se mai interesează de noi, dacă ne și răspund, sînt mult mai inteligenți decît noi.

De-a lungul șirului nesfîrșit de generații, ele au învățat cum să înfrîngă tentațiile puterii și comodității.

Au apărut mai multe idei.

R.N. Bracewell se așteaptă ca Ei să fi trimis deja sonde spațiale spre toate sistemele planetare pasibile de viață.

Acestea au călătorit timp de mii de ani spre noi, s-au înscris pe orbite circumsolare sau circumterestre și poate că de milioane de ani așteaptă să fie descoperite de băștinașii ajunși între timp astronauți.

Dacă vom ști să punem în funcțiune emițătorul lor radio, va porni semnalul care va informa creatorii acestor sonde despre tînăra noastră civilizație.

F.D. Drake speră că tovarășii noștri mai evoluați ne caută neîncetat. În anii '60 — cu un receptor capabil de performanțe relativ mici — voia să pună în evidență semnalele radio sosite dinspre Tau Ceti. Nu a ajuns, însă, la nici un rezultat.

C.H. Townes, în loc de semnale radio cîntărea posibilitatea unei radiații laser vizibile. Poate în locul vreunei linii întunecate din spectrul Frauenhofer al unei stele pîlpîie spre noi semnalul Morse.

Scanned with OKEN Scanner

După F.J. Dyson o civilizație activă, superioară, nu se mulțumește cu acea fracțiune infimă din lumina stelei centrale care îi ajunge pe planetă. Are la dispoziție mii și milioane de ani. A înconjurat întreaga stea cu un uriaș ecran care absoarbe lumina.

Societățile evoluate nu trebuie căutate pe lîngă stelele care ne iau ochii cu strălucirea lor.

Totuși, propunerea făcută în 1959 de către P. Morisson, G. Cocconi și I.S. Șklovski, pare cea mai valabilă. Noi trebuie să începem transmiterea de semnale regulate, pe lungimile de undă radio cu bătaia cea mai lungă, spre stelele care în baza celor spuse intră în discuție.

Dacă trăsătura caracteristică a vieții evoluate este acțiunea, atunci merită să emitem spre stelele apropiate de tipul soarelui. Generația noastră poate să trimită semnale spre Epsilon Eridani, Tau Ceti sau Epsilon Indi.

Acestea ar putea recepționa mesajele noastre radio de la o depărtare de 10—20 ani-lumină.

Dacă durata medie de viață a civilizațiilor nu se poate măsura la scară cosmică, dacă stelele supraviețuiesc inteligenței, atunci trebuie să privim ceva mai departe. Va trebui să „măturăm" cerul pe o rază de mii de ani-lumină, folosind fie raze tip laser, dirijate, fie radiație radio împrăștiată, de mare intensitate.

Rămîne ca generațiile fiilor și nepoților noștri să decidă care din aceste metode este mai avantajoasă.

Dacă durata medie a epocii active este mai mică decît un milion de ani, ceea ce îi rămîne de făcut generației noastre este doar începutul.

Pentru a avea succes este nevoie de tehnica secolului al XXI-lea. Mesajul va călători timp de un mileniu. Nu este suficient să transmitem un simplu apel, trebuie să transmitem și informații substanțiale, nu atît despre aspectul nostru exterior cît despre cultura noastră. Nepoții noștri nu vor intercepta răspunsul. Ei trebuie să aibă încredere în stabilitatea dinamică a științei. Trebuie să creadă că pe Pămînt va mai exista cineva interesat de acest răspuns și peste patrucinci milenii.

În același timp este posibil ca „vorbele" noastre să se piardă în neant. Galaxia este surdă. Nimeni nu încearcă un

Scanned with OKEN Scanner

sentiment de regret cînd undeva, pe una din planete, în singuratice pîlpîiri, se stinge flacăra unei culturi.

Implorăm din privirile ochilor obosiți și între noi se întinde spațiul imens, vidul glacial.

Cît trăim?

Convențiile din cele mai vechi timpuri nu consideră a fi viață propriu-zisă creșterea vegetativă a unui embrion. Sînt socotite pierdute nesfîrșitele zile monotone ale prizonieratului. Echivalează cu moartea, calmul indiferent, răscumpărat cu prețul morfinei, al bolnavilor incurabili. Pentru oamenii raționali viața este egală cu activitatea neîncetată, cu acțiunea independentă.

Privită prin prisma Universului, o societate care nu se mai interesează de știință, care nu mai construiește telescoape este inexistentă.

Pentru mine, problema cea mai palpitantă a secolului XX este: cît timp își păstrează civilizația umană activitatea, curiozitatea nesfîrșită, voința constructivă? Cît de lungă va fi epoca activă pentru Terra, pentru homo sapiens?

Surprinzător de repede, în decurs de cîteva mii de ani, într-un timp incredibil de scurt din punct de vedere biologic și astronomic, am făurit tehnica totală. Am reușit ca soarta omenirii să depindă numai de omenirea însăși. Tocmai această împrejurare face ca valoarea lui T_a să fie incalculabilă.

În cei 25 de ani de pace, am acumulat atît de mult armament atomic, încît am putea distruge de zece ori omenirea.

Posibilitatea și tendințele conflictelor atomice au fost prelucrate de calculatoare. Logica lor necruțătoare prevedea că durata probabilă a vieții celor ce se nasc în prezent este mai scurtă ca oricînd în ultimele secole. Oare vor mai exista oameni în mileniul următor? Sau noi înșine ștergem de pe fața pămîntului creierii aducători de coșmaruri? Rămîne Pămîntul pradă organismelor mai stabile, miriapozilor, ce suportă doze de radiații radioactive de o mie de ori mai ridicate?

„Omul îi supraviețuiește tehnicii?" — întreba înainte de moarte J. von Neumann, cel care a participat la proiectarea bombei atomice, a creat primul creier electronic și a interogat calculatoarele despre viitorul omenirii.

Scanned with OKEN Scanner

În anii războiului rece am simțit spaima apropierii judecății de apoi nucleare. Frunțile noastre s-au brăzdat iremediabil. De atunci, sînt privite cu scepticism toate marile descoperiri ale științelor naturii: substanțele chimice care influențează personalitatea sau genetica moleculară.

Idealul de viață al savanților și poeților a fost umbrit de posibilitatea ca firul evoluției pămîntene, considerat infinit, să fie rupt tocmai de generația noastră. Tinerii, altădată atît de entuziaști în fața viitorului, au reacționat violent, căutînd un refugiu în trecutul premergător revoluției științifice.

Ideologia „hippi" urmărește cu nostalgie să reînvie epoca de fericire paradisiacă dinainte de nașterea omului, punînd față în față cu puterea conștient-amenințătoare a tehnicii cea inconștient-nevinovată a florilor.

Modalitatea eficientă de apărare a structurilor complexe este conexiunea inversă. Conștiința acută a pericolului duce la schimbări ce scad probabilitatea lui. De la finele celui de-al doilea război mondial a trecut un timp mai lung, fără un conflict absolut, decît „pauza" dintre cele două războaie mondiale.

Azi, pericolul atomic ni se pare mai puțin amenințător decît acum 15 ani. Am cîștigat timp să observăm celălalt tăiș al dilemei tehnicii.

Descoperirile științei, invențiile tehnice fac posibilă, odată cu aplicarea lor pe scară largă, asigurarea, pentru toți deopotrivă, a unui nivel de trai uniform ridicat, considerat în prezent, încă, un lux.

Epoca bogăției materiale se ivește la orizont.

Am trimis oameni pe Lună și mulți așteaptă cu nerăbdare plecarea unei expediții pe Marte. Dar și mai mulți întreabă: la ce folosește toată această explorare spațială? Unele programe spațiale i-au costat sume nu chiar neglijabile în ruble, dolari sau forinți pe toți oamenii Terrei. Și în locul cîte unui succes colectiv, cîți nu ar primi acea sută „furată din buzunar." Ar primi-o, folosind-o pentru a petrece undeva o noapte de pomină. Luxul pasivității, destinderea oferită de programele de divertisment, paradisul iluzoriu al narcoticelor chimice și psihice au devenit scopul vieții unor mulțimi impresionant de mari.

Bunăstarea realizată de tehnică ucide activitatea? Încetează revoluțiile? Cu oportunismul delfinilor se scufundă omul în marea, moleșitor de călduță, a luxului? Uităm bucuria

Scanned with OKEN Scanner

meditației, a creației? Este efemeră în Galaxie inteligența creatoare? Valoarea lui T_a este condiționată de conexiunea inversă negativă? Posibilitățile noastre au fost evaluate de astronomul Sebastian von Hoerner în revista „Science".

	Peste cîți ani?		Cu ce probabilitate?	
Catastrofă nucleară	$T_1 =$ 100 ani	$w_1 =$ 5%	$w_1T_1 =$	5 ani
Distrugerea civilizației	$T_2 =$ 30 ani	$w_2 =$ 60%	$w_2T_2 =$	18 ani
Pierderea interesului	$T_3 =$ 10.000 ani	$w_3 =$ 20%	$w_3T_3 =$	2.00 ani
Degenerare biologică	$T_4 =$ 30.000 ani	$w_4 =$ 15%	$w_4T_4 =$	4.500 ani
Activitate nelimitată	$T_5 =$ 6 miliarde de ani	$w_5 =$ 0%	$w_5T_5 =$	0

Concluzia finală:

$$T_a = w_1T_1 + w_2T_2 + w_3T_3 + w_4T_4 + w_5T_5 = 6500 \text{ ani}$$

Acesta este, însă, un timp mai scurt decît cei 12000 ani necesari pentru stabilirea unui dialog cosmic.

Pentru un cercetător științific viața pare imposibilă fără curiozitate și muncă. Nu cred în datele lui Hoerner și mai ales nu cred în valoarea de 0% pentru w_5. Dacă acordăm o șansă de numai 1% pentru o activitate nelimitată, T_a se ridică la 60 milioane de ani, trecînd peste orice prag limită.

În Galaxie există multe miliarde de stele și planete. În decurs de zece miliarde de ani pot apărea milioane de civilizații inteligente în competiția evolutivă. Dacă numai 1% din ele pot depăși anumite limite, atunci în multe locuri strălucește astăzi nerăbdătoarea flacără a inteligenței. Din unificarea acestor societăți care se caută reciproc, care evită impasibilitatea stagnantă poate lua naștere Clubul Galactic. Dacă avem simțul aventurii și curajul necesar putem să pornim în căutarea porților sale. O dată găsite vom da de parteneri care știu cum se poate stabiliza neliniștea creatoare. Aceasta va fi o mare senzație. Conștiința posibilității existenței unei vieți active, lungi poate fi suficientă pentru a transforma posibilitatea în realitate; să mărim durata activității. Ne putem înscrie în Clubul Galactic. Izvorul plăpînd al vieții terestre se poate vărsa în marele fluviu al evoluției galactice.

Dispariția absolută este o reală posibilitate. Avem arme fizice, chimice și biologice corespunzătoare. Comoditatea absolută de asemenea. Avem articole de lux ce compensează lipsa de fantezie și medicamente calmante. La fel și aventura

Scanned with OKEN Scanner

absolută. În sistemul nostru nervos vibrează activitatea creatoare. Cu ajutorul radioastronomiei ne putem apropia chiar și de Tau Ceti. Istoria noastră nu mai este o aglomerare de fapte întîmplătoare. Viitorul nu poate fi prevăzut de calculatoare. Meditînd, lipiți de pămînt, asupra mileniilor viitoare nu înseamnă că facem știință.

Dar în fața noastră se desfășoară posibilitatea unei mari experiențe: realizarea comunicației interstelare. Este puțin probabil ca noi să fim singura civilizație în Galaxie. Investigarea celorlalte civilizații este posibilă din punct de vedere tehnic. În trecutul lor istoric putem recunoaște viitorul nostru imprevizibil. Încă de pe acum, din timpul vieții noastre, a fiilor și nepoților noștri, la marea întrebare, putem primi un răspuns empiric.

Acesta oferă perspective practice „științelor de lux": astronomiei, astronauticii. De aceea putem privi atingerea planetei Marte ca fiind cea mai interesantă sarcină științifică a anilor '70. Chiar dacă nu sperăm să existe savanți marțieni am putea să răspundem la o primă întrebare: este o legitate apariția vieții acolo unde există condițiile necesare?

Ce urmărim?

„Club Galactic? Nu este totul doar o glumă fantastică?" Vorbește serios acest individ sau parodiază doar seriozitatea science fiction-ului?

Pare de necrezut: oamenii de știință iau în serios „Marea Expediție". De-a lungul multor pagini, în reviste de specialitate de prestigiu, renumiți astronomi, fizicieni și biologi cîntăresc șansele comunicației interstelare. Le dezbat în conferințe științifice. Diferențe există doar în ceea ce privește valorile concrete. Asupra ordinelor de mărime și tendințelor au căzut de acord. Se conturează tot mai clar alternativele.

„Sigur, savanților le place să se joace, asemenea copiilor. Numai că o fac pe buzunarul nostru. Costă enorm astronavele, telescoapele, sistemele de accelerare. Ieri au risipit milioane, astăzi cer miliarde. Sîntem mai fericiți avînd luxul

Scanned with OKEN Scanner

nostru terestru, decît meditînd asupra ceea ce se întîmplă la distanțe de mii de ani lumină".

Dar ce înseamnă de fapt bunăstare?

Vrem o viață fericită, demnă, deopotrivă pentru toți. Fericire înseamnă desigur și mîncare. Bunăstarea presupune dulciuri, tutun, cosmeticale. Posibilitatea de cumpărare a unor articole de lux, inutile sau chiar nocive. Hoteluri elegante în stațiuni la modă, program TV plăcut, filme pe ecran lat.

Revoluția tehnico-științifică ar putea pune toate acestea la îndemîna oricui. Societatea socialistă poate transforma posibilitatea în realitate.

Bunăstarea materială nu înseamnă încă fericire. Permanenta senzație de saturație poate însemna fericire pentru șarpele boa și nefericire pentru homo sapiens. În statele dezvoltate, tocmai acei tineri pleacă îndîrjiți și ciufuliți în lume, colindînd cu autostopul și fără bani șoselele, care au fost ademeniți de părinți cu un lux inutil și condamnați la plictiseala de acasă. Cele mai multe paciente ale psihiatrilor sînt femei casnice care-și păzesc silueta cu tabelul de calorii alături. „Nu se poate numi bunăstare acea stare care este păzită de mulțimea psihanaliștilor și psihiatrilor" — afirmase G. Salvini, profesor de fizică la Universitatea din Roma — „Se poate muri nu numai de foame, ci și de plictiseală. Dacă ți-ai pierdut curiozitatea, ai pierdut totul".

Cu toții am acceptat frigiderul și televizorul. Și este firesc. Dar rațiunea revoluției tehnico-științifice nu este numai saturația și luxul deconectării (plăcerile absolute ale clipei ar putea fi obținute mult mai ușor și mai eficient fumînd opiu.) Revoluția tehnico-științifică oferă societății munca creatoare. Situarea muncii fizice va fi ștearsă de roboți, munca de rutină va fi preluată de automate. Oferim povara responsabilității, a inițiativei și noutății celor cărora pînă acum nu le-a revenit decît o muncă monotonă, neinteresantă.

Mai este nevoie de povara gîndirii avînd luxul la îndemînă? În 1970 multe bănci din licee au rămas goale. La facultăți a scăzut interesul pentru secțiile de chimie, fizică, inginerie. Realizatorii emisiunilor TV, regizorii de filme, organizatorii festivalurilor de muzică ușoară sînt stresați de „opinia publică" care în locul noului neliniștitor cere reveria vechiului. Extazul dozat între „5 și 8" este mai lipsit de peri-

Scanned with OKEN Scanner

col decît frămîntările dureros-fericite ale lui Michelangelo, Columb, Galilei sau Einstein?

Sîntem savanți. Ne lansăm în aventuri intelectuale, provocăm necunoscutul. Cerem bani, laboratoare, studenți pentru cercetare. Acestea înseamnă cheltuieli mari, institute de cercetare, aparatură în valoare de milioane. Vrem să efectuăm cercetări concrete, ca în fiecare locuință să existe televizor color și magnetofon stereo. Dar avem nevoie și de cercetări fundamentale care oferă șansa deosebit de incitantă a succesului. Poate chiar noi zărim pentru întîia oară (în atom, în molecule, în structurile vii, în afara Galaxiei) o nouă părticică din Universul infinit. Noi o arătăm umanității.

Dacă avem posibilitatea cercetării promitem că vom transmite știința și curiozitatea noastră tinerei generații prin școli și facultăți. O învățăm că bunăstarea se poate estima nu numai prin calitatea restaurantelor, ci și prin dotarea institutelor de cercetare. O convingem că nivel de viață ridicat nu înseamnă numai cîteva sute în plus pe lună, ci și posibilitatea efectuării unei munci interesante în fabrici și laboratoare, evaluînd rezultatele muncii lor prin prisma creațiilor proprii. Acești tineri vor construi o nouă bunăstare din promisiunile revoluției științifice. Îl citez din nou pe Salvini: „În viață, omul are nevoie de valori fundamentale și de un țel. Trebuie să menținem senzația de necesitate a luptei, crezul generațiilor că avem posibilitatea autoperfecționării. Cercetarea științifică include valori pe care foarte puține activități umane le posedă. În zilele noastre, stimularea și sprijinirea dorinței de cunoaștere este o sarcină politico-economică importantă. Cine ar vrea să înăbușe setea de cunoaștere, să se gîndească ce urmări poate avea o mișcare anarhistă și cît de greu este să obții performanțe mari de la o comunitate dezamăgită și blazată, fără scopuri nobile. Dacă nu reușim să transmitem urmașilor spiritul științific moștenit de la generațiile anterioare, este mai rău decît pierderea unei bătălii sau o criză economică".

Nu numai savanții copilăroși; artiști în căutare de absolut, muncitori ce construiesc palate de beton și mașini automate, politicieni ce dispută viitorul afirmă că și omul revoluționar are tot atîtea drepturi asupra viitorului ca și rechinul „încuiat" sau delfinul oportunist.

Scanned with OKEN Scanner

Am vrea să găsim Clubul Galactic. Am dori să întîlnim civilizații care timp de milioane de ani au putut rămîne atît de tinere cum am fost noi la construirea lui Ur, Memphis și Harappa, pe vremea nașterii epopeelor, la descoperirea Americii, în 1789 la asediul Bastiliei sau, în 1917, la cel al Palatului de Iarnă.

Poate că multă, foarte multă vreme nu ne va răspunde nimeni la apel. Dar și atunci ne va ține treji povara sarcinilor preluate de bună voie, lupta incitantă a cercetării.

Scanned with OKEN Scanner

MICHAEL D. PAPAGIANNIS

SELECȚIA NATURALĂ A CIVILIZAȚIILOR STELARE PRIN LIMITELE CREȘTERII*

I. Procesul evoluției

Procesul evoluției cosmice, care a început cu Big Bang, a avansat spre formarea galaxiilor și stelelor, spre sinteza nucleelor elementelor grele, spre formarea planetelor de tip-Pămînt și cel puțin într-un caz spre apariția vieții. La rîndul ei, viața, care a apărut pe Pămînt cu 3,5-4 miliarde de ani în urmă, a evoluat lent de la bacteriile procariote la algele eucariote capabile de fotosinteză, la organisme multicelulare, la pești, reptile, mamifere și, în cele din urmă, la om. Omul, în sfîrșit, a evoluat de la viața nomadă la așezări organizate, la dezvoltarea comunicațiilor și în cele din urmă la dezvoltarea tehnicii și primele noastre aventuri în spațiul exterior. Așadar, pînă acum am fost martorii evoluției materiei, ai evoluției vieții, iar acum sîntem, în acest colț al galaxiei, martorii evoluției inteligenței și a tehnicii. Sperăm că procesul va continua, și în acest articol vom încerca să anticipăm viitorul evoluției cosmice, bazîndu-ne raționamentul, pe cît posibil, pe fizică și matematică și pe procesul selecției naturale, care a împins înainte evoluția de-a lungul istoriei ei.

Evoluția, cu alte cuvinte schimbarea continuă, lentă a unui sistem, survine cînd un sistem are cîteva grade de libertate și cîteva reguli. Libertatea duce la apariția unor forme noi, care sînt apoi testate de regulile sistemului. Dacă nu

---

* Prezentat la a XII-a întrunire CETI a IAA (International Academy of Astronautics) — Budapesta, octombrie 1983.

Scanned with OKEN Scanner

reușesc la test, cum se întîmplă cu majoritatea, ele dispar, dar dacă trec examenele sînt primite în sistem și se alătură comisiei de examinare a viitorilor candidați. Acest proces este valabil atît pentru evoluția vieții, cît și pentru evoluția materiei. De exemplu, formele noi de viață trebuie să aibă puterea de a face față solicitărilor mediului lor ambiant și de a supraviețui concurenței altor forme de viață. Într-un mod similar, pentru ca o condensare de gaz interstelar să formeze o stea, masa și densitatea ei trebuie să fie suficiente pentru a rezista presiunilor termice care încearcă s-o disperseze.

Pe măsură ce procesul evoluției cosmice avansează, complexitatea crește și ca urmare se înmulțesc restricțiile pe care trebuie să le înfrunte noii veniți. Și invers, pe măsură ce derulăm procesul înapoi, natura devine mai simplă (de exemplu, înainte de apariția vieții), deoarece atunci erau mai puține reguli. Finalmente, chiar la început atingem punctul cînd comisia de examinatori nu cuprindea decît o mînă de membri fondatori, și anume cele patru forțe ale naturii (Nucleară, Electromagnetică, a Interacțiunii Slabe și Gravitațională), valorile anumitor constante fundamentale ca h și c, proprietățile particulelor elementare și condițiile inițiale ale Big Bangului. Studiile efectuate asupra acestor reguli fundamentale ale naturii de diferiți autori (1,2, 3,4) au arătat că valorile lor prezente sînt esențiale pentru apariția și evoluția ulterioară a vieții și chiar schimbări minore în oricare din aceste proprietăți fundamentale ar fi dus, cel mai probabil, la un Univers născut mort. Acesta este principiul antropic (2), deoarece simpla noastră prezență determină regulile fundamentale ale Universului, așa cum ninsoarea definește condițiile meteorologice care trebuie să fi preexistat pentru ca zăpada să înceapă să cadă.

II. Crizele civilizației tehnologice

Capacitatea oricăror forme de viață de a supraviețui și de a prolifera depinde de reușita în lupta cu mediul lor înconjurător și cu celelalte forme de viață prezente. Omul pare să fie singura excepție la această regulă, deoarece tehnica ne-a permis să desfidem elementele fizice și să precumpănim asupra tuturor celorlalte forme de viață de pe

Scanned with OKEN Scanner

Pămînt. Singurul dușman real pe care-l are omenirea în prezent este ea însăși, deoarece sîntem singurii capabili să distrugem civilizația noastră și poate întreaga viață de pe Pămînt. Civilizația noastră, cu numai două secole de evoluție industrială și mai puțin de un secol de evoluție tehnologică, este acum confruntată cu o combinație de cîteva crize majore. Crizele cu care se confruntă civlizația noastră în prezent includ:

1. *Suprapopularea.* Cu 2000 de ani în urmă populația Pămîntului era de numai 100 de milioane și creștea cu o rată de numai 0,05 % pe an. Rata, însă, a continuat să crească aproape proporțional cu populația, care a atins 500 de milioane pe la 1650, 1,6 miliarde în 1900 și 3,5 miliarde în 1970, cînd rata de creștere a ajuns la aproximativ 2 % pe an. În 1983 populația Pămîntului este de 4,7 miliarde și crește cu o rată de 1,7 %, ceea ce înseamnă anual 80 de milioane de oameni. Se prevede că ea va ajunge la aproximativ 6 miliarde în anul 2000 și la aproximativ 10 miliarde în jurul anului 2030.

2. *Epuizarea resurselor.* Petrolul a fost timp de cîteva decenii principala sursă de energie a civilizației noastre, care acum folosește: petrol ~47 %, cărbune ~25 %, gaze naturale ~18 %, energie hidroelectrică și nucleară ~ 10 %. Petrolul, însă, și gazele naturale se epuizează rapid, și chiar în condițiile celor mai optimiste preziceri nu ne vor putea duce dincolo de primul pătrar al secolului al 21-lea. Numeroase alte materii prime importante, cum ar fi aluminiul, vor ajunge, conform prevederilor, numai pentru aproximativ încă 50 de ani dacă creșterea populației va continua să le solicite la ratele actuale. Este interesant să notăm că Statelor Unite le revin aproximativ 50 % din consumul mondial de energie, în timp ce populația lor este de numai 5 % din populația Pămîntului. Dacă întreaga lume ar ajunge la consumul S.U.A., consumul mondial de energie ar trebui să crească aproximativ cu un factor de 10.

3. *Scăderea disponibilului de alimente.* Suprafață arabilă mondială este de aproximativ 3,2 miliarde hectare ($3{,}2 \times 10^{13}$ m^2). Din aceasta aproape jumătate — terenurile cele mai bune — este deja în folosință, pe cînd cultivarea celeilalte jumătăți va costa mult mai mult. Se estimează că pen-

Scanned with OKEN Scanner

tru o aprovizionare adecvată, dar nu abundentă, cu alimente, va fi nevoie de 0,4 hectare de persoană, în comparație cu 0,9 hectare de persoană cît folosesc S.U.A. în prezent. Chiar cu metode agricole avansate și cheltuieli considerabile pentru valorificarea unor noi pămînturi arabile, se apreciază că se va ajunge într-un impas probabil înainte de jumătatea secolului al 21-lea. Trebuie reținut că în timp ce populația crește, pămîntul arabil descrește, fiind convertit în terenuri pentru locuințe cu o rată anuală de 0,08 ha pe persoană. Trebuie de asemenea menționat că folosirea intensă a îngrășămintelor, pesticidelor, ierbicidelor, irigațiilor etc. duce pînă la urmă la o deteriorare serioasă a solului agricol și astfel la o scădere a recoltelor.

4. *Poluarea și distrugerea mediului înconjurător.* Folosirea extensivă și în continuă creștere a produselor chimice în industrie, agricultură și gospodăriile populației apasă deja greu asupra mediului. Ploaia acidă, de exemplu, care este generată de emisia de sulfuri și oxizi de azot în atmosferă, ucide deja peștele în numeroase lacuri și rîuri, care devin acide. Ea are de asemenea efecte negative asupra pădurilor, solurilor, recoltelor și chiar asupra materialelor de construcție, inclusiv daune serioase aduse unor monumente vechi și de neînlocuit, cum ar fi Parthenonul din Atena. Alte chimicale, ca mercurul, plumbul, DDT, dioxina, care pătrund în mediul înconjurător în cantități crescînde, au și ele efecte care amenință aproape toate formele de viață, inclusiv cea a omului. De asemenea, activitățile umane reduc pădurile de pe Pămînt cu o rată de 18—20 de milioane de hectare pe an, cu alte cuvinte desființînd în trei ani o suprafață forestieră echivalentă cu teritoriul Franței.

Această despădurire extensivă are efecte dramatice asupra mediului și a climatului local, ca și asupra aprovizionării cu apă, care va continua să scadă, ducînd la o lipsită acută de apă proaspătă în secolul al 21-lea. Deșeurile nucleare constituie o problemă încă nerezolvată pe deplin și care va deveni și mai critică în secolul al 21-lea pe măsură ce combustibilii fosili se vor epuiza. La fel, epuizăm pătura de ozon și sporim conținutul de CO_2 al atmosferei, cu efecte potențial grave pe termen lung în ambele cazuri.

Scanned with OKEN Scanner

5. *Limitele pierderii de căldură.* Oamenii tind să creadă că o aprovizionare aproape nelimitată cu energie, așa cum este cea pe care o promite fuziunea nucleară, va rezolva toate problemele noastre, inclusiv poluarea, prin instalarea unor sisteme de purificare mai eficiente, dar și consumatoare mai mari de energie. Adevărul, însă, este că dacă vom spori consumul nostru mondial de energie cu un factor mai mare de 100 se va ajunge la „poluare termică." Consumul mondial de energie este actualmente de aproximativ 10^{14} kWh pe an și crește cu o rată anuală de aproximativ 3%. Practic întreagă această energie se convertește în căldură pierdută, care se adaugă mediului. Pe de altă parte, Pământul absoarbe de la Soare aproximativ 10^{18} kWh pe an și cînd pierderea de căldură va atinge cam 1% din această cantitate, Pământul va începe să cunoască serioase modificări de climă cu efecte dezastruoase de lungă durată.

6. *Primejdia autodistrugerii.* Producerea armelor nucleare a atîrnat sabia lui Damocles peste întreaga omenire. Numărul statelor care dețin astfel de arme a proliferat de la unul la jumătatea deceniului al 5-lea (S.U.A.) la cel puțin 6 în deceniul al nouălea (S.U.A., U.R.S.S., Anglia, Franța, China, India) și poate cîteva altele (Israel, Africa de sud etc.). Și mai dramatică a fost creșterea arsenalelor nucleare ale S.U.A. și U.R.S.S., care în 1982 însumau aproximativ 17 400 focoase nucleare cu o putere totală de circa 10 500 de megatone. Pentru comparație, prima bombă atomică, lansată la 6 august 1945 asupra Hiroșimei, deși cu o putere de numai 14 kilotone TNT, a avut efecte mortale pe o rază de peste o milă, omorînd aproape 100000 de oameni. Progresele continue în domeniul mijloacelor de transportare la țintă (rachete balistice intercontinentale, rachete cu focoase multiple independente etc.) și sub raportul preciziei (aproximativ 500 de picioare la o distanță de 5000 de mile) au făcut ca aceste arme să devină și mai distructive. Sîntem deja în stadiul „suprauciderii", deoarece bombele nucleare aflate acum în posesia noastră pot distruge de cîteva ori toate orașele importante din lume și practic întreaga industrie de pe Pământ. În acest proces ele vor ucide imediat 1—2 miliarde de oameni și considerabil mai mulți ulterior prin precipitațiile radioactive pe întreg Pământul. În sfîrșit, chiar dacă teama reciprocă ar preveni un război nuclear intenționat între superputeri, nu se poate exclude producerea unei

Scanned with OKEN Scanner

erori care să declanșeze un război, sau posibilitatea ca bombe nucleare să ajungă pe mîna unor criminali sau megalomani care să înceapă să șantajeze orașe, state sau chiar întreaga lume.

III. Viitori alternativi ai unei civilizații tehnologice

Din cele de mai sus rezultă că civilizația noastră se îndreaptă spre ciocnirea cu o barieră fixată de limitele de creștere impuse de planeta noastră. Aceasta ar putea să fie și soarta majorității civilizațiilor tehnologice...

Criza bruscă pe care o generează o creștere exponențială este bine ilustrată de exemplul unui crin de apă care crește într-un lac. Să considerăm un lac foarte mare, cu o suprafață de 110 kilometri pătrați și un mic crin de apă de 1 cm^2 care își dublează suprafața în fiecare zi. Va fi nevoie de 40 de timpi de dublare, adică de numai 40 de zile pentru ca acești crini de apă să acopere întregul lac, dar important este că în a 39-a zi ei vor fi acoperit numai jumătate din lac și nimeni nu va bănui că sfîrșitul este atît de aproape. De fapt civilizația noastră a crescut chiar mai repede, cu o rată „supraexponențială" la care perioada de dublare continuă să scadă în timp. Să examinăm acum cîteva scenarii alternative pentru viitorul civilizației noastre și care s-ar putea foarte bine aplica și majorității civilizațiilor tehnologice aflate într-un stadiu similar al dezvoltării lor.

1. *O reformă oportună.* Vom opri expansiunea, vom pune capăt poluării, vom înceta să mai purtăm războaie și vom trăi apoi fericirea veșnică pe un Pămînt pașnic. Într-o perioadă de mai puțin de un secol ar trebui să ne schimbăm deprinderi și instincte pe care le-am avut milioane de ani. Acestea includ agresivitatea, tendința de a-i domina pe alții, dorința de posesiuni materiale etc., care de fapt ne-au servit bine în cursul evoluției biologice, permițîndu-ne să devenim specia dominantă pe Pămînt. Dar o astfel de reformă rapidă pare mai degrabă improbabilă.

2. *Abundență de energie.* Oamenii își pun speranțele în fuziunea nucleară sau în energia solară captată din spațiul

Scanned with OKEN Scanner

cosmic, care în cazul că le vom exploata la timp, vor rezolva — se presupune — problemele noastre pentru multă vreme, sau măcar ne vor asigura un răgaz de cîteva secole în care să înfăptuim schimbările necesare pentru stabilizarea civilizației noastre. Această perspectivă pare și ea nerealistă, deoarece la actuala rată de creștere a consumului nostru de energie (aproximativ 3% pe an) vom atinge nivelul de poluare termică în numai 150 de ani. Chiar și aceasta, însă, este o evaluare mai degrabă optimistă, deoarece ea nu include nevoile tot mai mari de energie pentru prevenirea poluării și pentru sporirea producției de alimente, nevoi care vor crește în viitor. Ea nu include nici prevederi pentru îmbunătățirea condițiilor jalnice în care trăiește acum aproximativ jumătate din populația globului, pentru care consumul de energie pe individ este de numai 1/30 din cel existent în Statele Unite. Stabilitatea lumii fără dreptate socială pe întreaga planetă este o utopie născocită de o minte bolnavă.

3. *Un mare război nuclear.* Acesta va reduce probabil populația Pămîntului cu un factor de 2, dar va reduce în mod sigur capacitatea noastră industrială și producția de energie cu un factor de 100 sau mai mult, aruncînd civilizația noastră înapoi la începuturile evului mediu. Singurul aspect „pozitiv" pe care l-ar putea concepe cineva în legătură cu această situație este că în cursul reconstruirii lente a civilizației noastre tehnologice, dacă acest lucru va mai fi posibil, am avea timp să ne schimbăm drastic deprinderile și să construim o societate nouă, pașnică și stabilă. Dar nici aceasta nu pare foarte promițător, deoarece după fiecare mare război dăm pentru un timp impresia că vrem o schimbare, iar apoi revenim la vechile noastre deprinderi expansioniste.

4. *O strămutare în spațiul cosmic.* Această temă a fost discutată de mai mulți autori (8,9,10) și pare o posibilitate realistă. Este însă extrem de improbabil că va exista un exod masiv de pe Pămînt în spațiul cosmic, din cauza cantităților uriașe de energie cerute de trimiterea unui individ în spațiul exterior (aproape atît cît ar consuma pe Pămînt de-a lungul întregii sale vieți). La fel, nu se poate menține un număr stabil al populației pe Pămînt prin trimiterea în spațiu a sporului ei anual, deoarece ar trebui să se lanseze

Scanned with OKEN Scanner

zilnic pe orbită aproximativ 200 000 de oameni. Este un lucru cu totul absurd din numeroase motive economice și tehnice, inclusiv efectele catastrofale pe care le-ar avea asupra atmosferei Pământului lansarea zilnică a mii de nave cosmice. Ceea ce pare, deci, probabil, este că un număr relativ mic de oameni vor putea începe o existență de un fel nou în colonii bine concepute și autonome, separîndu-se astfel de soarta ultimă a planetei noastre.

IV. Civilizații în spațiul cosmic

Din cele patru alternative discutate mai sus, ultima pare să ofere șansa cea mai mare de supraviețuire îndelungată a civilizației noastre, desigur cu condiția că vom fi în stare să înființăm aceste colonii autonome în spațiu înainte de decăderea civilizației noastre sau de demența unui război nuclear. Va fi probabil o cursă strînsă împotriva timpului, dar ea ar putea să capete un impuls de la cursa înarmărilor în care sînt angajate superputerile, deoarece este posibil ca ele să înființeze primele colonii spațiale în scopuri militare. De aceea, sînt multe șanse de a fi în stare să stabilim un cap de pod în spațiu înainte de prăbușirea finală a societății noastre de pe Pămînt, în care caz descendenții noștri din spațiu vor putea să continue civilizația umană în colonii spațiale îmbelșugate, în timp ce Pămîntul supraîncărcat va deveni mahalaua sordidă a sistemului nostru solar.

Chiar dacă am eșua în această încercare, s-ar putea ca numeroase alte civilizații tehnologice din galaxie să reușească să înființeze colonii permanente în spațiu înainte de decesul planetei-mame și astfel să-și perpetueze civilizația în spațiu.

Se pare că pentru extinderea vieții în spațiul cosmic există loc și resurse aproape nelimitate. Asteroizii, cometele, planetele și sateliții lor oferă toate materiile prime necesare pentru colonizarea spațiului. În spațiul cosmic există, de asemenea, din abundență energie solară și izotopi ușori pentru fuziunea nucleară, care cu timpul va deveni probabil și ea o sursă importantă de energie. De aceea se poate prevedea că o civilizație spațială nouă va trece printr-o perioadă inițială de creștere rapidă, cu înființarea unor mari

Scanned with OKEN Scanner

complexe industriale și proliferarea coloniilor spațiale pe o diversitate de orbite.

Fiecare colonie ar avea reguli foarte stricte de conservare și reciclare. Totodată, spațiul limitat și numărul limitat de oameni din fiecare colonie va crea un climat social diferit, în care în mod necesar proprietatea particulară va fi foarte limitată și distribuită probabil strict egal. Ca urmare, este foarte posibil ca oamenii din spațiu să învețe pînă la urmă să trăiască în armonie și să edifice o civilizație stelară trainică.

Se poate, de asemenea, concepe că unele dintre aceste civilizații spațiale vor continua să se înmulțească tot atît de rapid pe cît o facem noi, construind colonii și întreprinderi spațiale pe cît de repede vor fi ele în stare. Dar chiar și resursele unui întreg sistem solar sînt finite și curînd ar impune limite de creștere unei civilizații spațiale care are o creștere exponențială. Să considerăm, de exemplu, o civilizație spațială de numai 1000 de oameni care crește cu o rată anuală de 1%. În aproximativ 3500 de ani ea va ajunge la o populație cam de 10^{18} cu o masă totală de aproape 6×10^{19} kg, ceea ce va cere cel puțin de 100 de ori mai multă masă pentru structurile spațiale. Așadar, în numai 3500 de ani masa coloniilor spațiale va fi de cel puțin 6×10^{21} kg, ceea ce este mai mult decît masa însumată a tuturor asteroizilor din sistemul nostru solar. Din cele de mai sus reiese clar că o creștere exponențială consumă repede chiar și resursele aparent nelimitate ale unui întreg sistem solar, ducînd iar la prăbușirea acestei civilizații stelare nesăbuite care a contestat limitele impuse creșterii chiar de către propriul ei sistem solar.

Ce se poate spune, însă, despre extinderea spre alte stele? Pare foarte probabil că, într-un anumit stadiu al dezvoltării lor, civilizațiile spațiale vor începe să exploreze stelele apropiate. Misiunile inițiale vor avea probabil scopuri științifice, cum ar fi căutarea și studierea altor forme de viață, și vor fi efectuate de sonde nelocuite. În orice caz, este foarte probabil că mai tîrziu colonii spațiale de 100 sau 1000 de locuitori vor întreprinde călătorii pe durata mai multor generații spre sistemele solare apropiate nelocuite pentru a întemeia

Scanned with OKEN Scanner

acolo noi civilizații spațiale. Expansiunea în spațiul neocupat pare să fie o tendință înnăscută a vieții (11) și este probabil să se producă deoarece practic toate sistemele solare vor fi apte să susțină civilizații născute în spațiu, acestea neavînd nevoie de planete de tip -Pămînt pe care să se așeze. Astfel, aceste civilizații spațiale se vor extinde încet din stea în stea și în 10 milioane sau 100 de milioane de ani vor popula întreaga galaxie (12, 13) înființînd civilizații spațiale în jurul fiecărei stele convenabile din galaxia noastră (14).

Această expansiune spre alte stele, similar celei premergătoare dinspre planeta mamă spre spațiul exterior, va implica numai o fracțiune neînsemnată din totalul populației. Costul foarte ridicat al călătoriei interstelare (15) va prohibi un exod masiv spre alte stele și de aceea n-ar putea să susțină o creștere exponențială a populației. De fapt s-a arătat (16), că viteza luminii impune o limită creșterii exponențiale a populației, aceasta neputînd fi susținută nici măcar printr-un număr nelimitat de nave cosmice care ar transporta oameni spre alte stele cu viteza luminii.

O populație stelară nu poate să conteze nici pe completarea resurselor sale cu ajutorul stelelor vecine. Chiar la o viteză interstelară de 0,1 c, masa rachetei este de 100 de ori mai mare decît masa sarcinii utile. Ca urmare, energia necesară pentru o astfel de misiune, inclusiv accelerația inițială pînă la 0,1 c și decelerația finală pentru oprirea la destinație, va fi $E \simeq 2(1/2\ MV^2) \simeq 2[1/2(100\ m)\ (0,1\ c)^2] = mc^2$. Aceasta este în esență transformarea teoretică a masei în energie, unde un gram de materie este echivalent cu 9×10^{20} ergi sau $2,5 \times 10^7$ kWh, care valorează actualmente aproximativ 1 milion de dolari. Pentru comparație, aurul costă numai 14 dolari gramul. Ca urmare, comerțul interstelar este prohibitiv sub raport financiar, ca să nu mai vorbim de faptul că s-ar găsi cu greu cineva dispus să aștepte 100 de ani pînă la primirea articolelor comandate în alte stele.

Din cele de mai sus rezultă că deși comunicațiile radio între stele sînt întru totul realizabile și colonizarea interstelară cu grupuri mici este destul de probabilă, în ultimă analiză fiecare civilizație stelară trebuie să trăiască între granițele ei și cu resursele ei, deoarece nici emigrarea spre alte stele și nici importurile din alte stele nu pot extinde limitele creșterii pe care le impune propriul sistem solar.

Scanned with OKEN Scanner

V. Concluzii

Civilizațiile tehnologice par sortite să treacă printr-o perioadă de euforie în cursul căreia puterile nou dobîndite le fac să creadă că au ajuns stăpîne depline ale naturii. Acest optimism absurd le duce la o expansiune și o creștere necontrolate pe care pînă și marile războaie par să le accelereze, deoarece din nefericire devin perioade de mare progres tehnic. Această creștere nestăvilită le aduce repede pînă la limitele de creștere proprii lumii lor, cînd în sfîrșit își dau seama că natura are ultima carte cîștigătoare. În acest caz natura va testa și recompensa nu forța fizică și capacitatea de procreare a ființelor vii, așa cum a făcut-o în cursul evoluției biologice, ci mai degrabă înțelepciunea colectivă și dezvoltarea etică a unei întregi colectivități, ceea ce presupune o societate a unor indivizi lipsiți de egoism, pe care nu-i preocupă bogăția și puterea personală.

Așadar, limitele creșterii, impuse de natură, vor acționa ca un proces de selecție naturală, ca un fel de sită socială, permițînd numai supraviețuirea civilizațiilor stelare care au optat clar pentru prioritatea valorilor intelectuale față de cele materiale. O societate poate dobîndi pacea și stabilitatea doar dacă membrii ei au ajuns la pace lăuntrică și au pus capăt luptelor dintre ei. Această situație va fi totodată un indiciu clar că perioada evoluției biologice, caracterizată de expansiune neîncetată și lupte continue, a luat sfîrșit și că viața a pășit definitiv în stadiul evoluției morale și spirituale.

Unii autori (16) au examinat posibilitatea ca o asemenea societate să devină iremediabil stagnantă. Progresul tehnic îi va fi făcut pe acești oameni aproape nemuritori (17) și ca urmare procreația practic trebuie să se fi oprit. Fără preocuparea pentru copii sau pentru bunuri materiale, aceste vieți foarte lungi ar fi teribil de plicticoase, cel puțin din punctul nostru de vedere. De fapt, însă, noi știm foarte puțin despre bucuriile minții, care nu pretind posesiuni materiale, cu excepția poate a unei cărți sau a unui creion, și care într-un stadiu de dezvoltare atît de înaintat ar putea să aducă satisfacții mult mai mari.

Un grup mic de oameni care supraviețuiesc în colonii spațiale prăbușirii unei civilizații planetare sau un grup mic care supraviețuiește unei civilizații stelare în nave cosmice în

Scanned with OKEN Scanner

zbor spre alte stele ne amintesc de Arca lui Noe. Acestor Noe ai erei spațiale li se oferă o a doua și poate o a treia șansă de a-și schimba modul de viață. Limitele creșterii vor continua să-și exercite procesul de selecție naturală, eliminîndu-i pe cei ce le încalcă și favorizînd dezvoltarea unui nou gen de civilizație. În cele din urmă fiecare stea adecvată din galaxie va fi populată de o civilizație stelară durabilă care a atins un înalt nivel de dezvoltare morală.

Întregul proces se va termina, în esență, în intervalul de timp necesar colonizării galaxiei, deoarece limitele creșterii îi vor elimina aproape instantaneu pe cei ce le violează. El se va încheia, așadar, într-o perioadă mult mai scurtă decît vîrsta galaxiei. Acest lucru are o implicație interesantă și anume că dacă vom stabili vreodată contacte cu o altă civilizație stelară, ea va fi probabil una pașnică, amabilă și cu o înaltă ținută morală (18), care nu ne va amenința în nici un fel, mai degrabă decît una rea, de tip războinic pe care-o întîlnim de obicei în unele povestiri sau filme științifico-fantastice ieftine.

NOTE

1. Dyson, F.J. 1971, *Energy in the Universe*, „Sci. Amer.", 244, pp. 51—59.
2. Carter, B. 1974, *Large number coincidences and the anthropic principle*, IAU Symposium 63, ed. M.S. Longair, D. Reidel Publ. Co., 291—298.
3. Papagiannis, M.D., 1978, *The importance of the physical laws in the origin and evolution of life, Origin of Life*, ed. by H. Noda, Cent. Acad. Publ. Tokyo, Japan, p. 575—581.
4. Davies, P. 1981, *The anthropic principle and the early universe*, „Mercury", May-June, p. 66—67.
5. Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. and Bahrens, W.W. 1975, *The Limits to Growth*, (2nd Edition) New American Library, New York.
6. Barney, G.O., 1980, *The Global 2000 Report to the President*, Government Printing Office, Washington, D.C.
7. Feiveson, H. and von Hippel, F, 1983, *Freeze on nuclear weapons*, „Physics Today", January, p. 36—49.
8. O'Neill, G.K., 1977, *The High Frontier-Human Colonies in Space*, W. Morrow and Co.
9. Papagiannis, M.D., 1978, *Are we all alone, or could they be in the asteroid belt?*. Q. Jl., R. Astr. Soc., 19, p. 277—281.
10. Trefil, J.S., 1981, *Living in Space*, C. Scribner's Sons, New York.

Scanned with OKEN Scanner

11. Papagiannis, M.D., 1983, *The importance of explaining the asteroid belt*, „Acta Astronautica".
12. Viewing, D., 1975, *Directly interacting extra-terrestrial technological communities*, „JBIS", 28, p. 735—744.
13. Jones, E.M., 1976, *Colonization of the Galaxy*, „Icarus", 28, p. 421—422.
14. Papagiannis, M.D., 1978, *Could we be the only advanced technological civilization in our galaxy?* în *Origin of Life*, ed. by H. Noda, Cent. Acad. Publ., Tokyo, Japan, p. 583—595.
15. Drake, F.D., 1979, *N is neither very small nor very large*, în *Strategies for the Search for Life in the Universe*, ed. by M.D. Papagiannis, D. Reidel Publ. Co., p. 27—34
16. Von Hoerner, S. 1975, *Population explosion and interstellar expansion*, „JBIS", 28, p. 691—712.
17. Drake, F.D., 1976, *On hands and knees in search of Elysium*, „MIT Technology Review", 78, 7, p. 2—9.
18. Harrison, E.D., 1981, *Cosmology*, Cambridge Univ. Press, p. 398—400.

Scanned with OKEN Scanner

CARL SAGAN

POSIBILITATEA DETECTĂRII UNOR CIVILIZAȚII GALACTICE AVANSATE*

Omenirea dispune în prezent de capacitatea tehnică de a comunica prin radiofrecvențe, la distanțe de multe sute de ani lumină, cu civilizații tehnologice nu mult mai avansate ca noi. Dar înainte de a iniția un program de căutare sistematică a unor astfel de semnale este important să demonstrăm o probabilitate măcar modestă că o astfel de civilizație tehnologică există în raza amintită. Acum vom discuta posibilitatea existenței unor civilizații mult mai avansate, a unor societăți care pot fi detectate la distanțe mai mari. Capcanele care te pîndesc cînd atribui valori numerice probabilităților componente ale lui N, numărul de civilizații tehnologice existente în Galaxie, sînt numeroase și perfide; totuși, pare să existe un factor limitativ a cărui importanță nu a fost întotdeauna apreciată.

Deși actualmente sînt disponibile formulări mult mai complexe (de exemplu, vezi Kreifeldt, 1971), pentru scopul nostru ne vom servi de prima expresie algebrică a lui N, care își datorează formularea inițială lui F.D. Drake:

$$N = RL \tag{1}$$

Aici R este rata apariției în Galaxie a civilizațiilor tehnologice apte de comunicare și este funcție de rata formării stelelor, fracțiunea din stele care au planete, numărul de planete per stea care sînt ecologic adecvate apariției vieții, fracțiunea din aceste planete pe care are loc efectiv apariția vieții, și fracțiunea din aceste planete pe care apar efectiv inteli-

* „Icarus", 19, 1973, p. 350–352.

gență și în cele din urmă civilizații tehnice (vezi, de exemplu, Șklovski și Sagan, 1966; în continuare, Nota S[2]); L este durata medie de existență a unor astfel de civilizații și tinde puternic spre mica fracțiune a civilizațiilor tehnologice care ajung la durate de existență foarte lungi — durate de existență măsurate pe scările de timp ale evoluției geologice sau stelare (Nota S[2]).

Astfel de civilizații vor avea, însă, un avans inimaginabil față de a noastră. E suficient să ne gîndim la transformările pe care le-a cunoscut omenirea în ultimii 10^4 ani și la dificultățile potențiale pe care le-ar avea strămoșii noștri din Pleistocen ca să se adapteze la societatea noastră actuală pentru a înțelege incomensurabila prăpastie culturală pe care o reprezintă 10^8—10^{10} ani, chiar în cazul unei rate foarte mici a progresului intelectual. Astfel de societăți vor fi descoperit legi ale naturii și vor fi inventat tehnici ale căror aplicații ni s-ar părea vrăjitorii. Există problema serioasă dacă astfel de societăți sînt mai interesate să comunice cu noi decît sîntem noi interesați să comunicăm cu protozoarele sau bacteriile, care ne-au precedat pe scara evoluției. Putem studia microorganismele, dar de obicei nu comunicăm cu ele De aceea, sugerez posibilitatea ca în evoluția societăților tehnologice să existe un orizont al interesului de a comunica și ca o civilizație mult mai avansată decît noi să fie prinsă într-o comunicare intensă cu semenii ei; dar nu cu noi, și nu folosind tehnologii accesibile nouă. S-ar putea să fim ca locuitorii văilor din munții Noii Guinee, care pot comunica prin curier sau prin bătaia tobelor, dar habar n-au de vastul trafic internațional radio și prin cablu care trece pe deasupra lor, prin jurul lor, și chiar prin ei.

O împărțire convenabilă a societăților tehnologice galactice a fost făcută de Kardașev (1962). El deosebește civilizații de Tip I, Tip II și Tip III. Primul tip este capabil să folosească pentru conversații interstelare o putere energetică aproximativ egală cu cea de care dispune în prezent planeta Pămînt; al doilea — puterea produsă de un Soare; iar al treilea — puterea produsă de o galaxie. Prin definiție, civilizațiile de tip I sînt capabile să restructureze planete, civilizațiile detip II — să restructureze sisteme solare, civilizațiilede Tip III — să restructureze galaxii. Eu consider că o civilizație aproximativ de Tip II, cu o excepție la care mă voi referi ulterior, a atins orizontul de comunicații pe care îl avem noi. Pentru comoditatea calculului, presupun tot-

Scanned with OKEN Scanner

odată că o civilizație care a ajuns la tehnologii de Tip II a reușit, de asemenea, să traverseze cu succes perioada critică a probabilei autodistrugeri tehnologice — perioadă pe care civilizația terestră o traversează în prezent.

Ideile de mai sus pot fi acum reformulate în modul următor: fie f_g fracțiunea din civilizațiile tehnologice care supraviețuiesc pentru durate L_g măsurabile pe scările de timp ale evoluției geologice sau stelare, și fie L_d durata medie pînă la autodistrugere a civilizațiilor de Tip I care nu ajung la tehnologii de Tip II. Atunci,

$$L \sim (1 - f_g)/L_d + f_g L_g. \tag{2}$$

Corespunzător, numărul total al civilizațiilor existente în Galaxie,

$$N \sim R[(1 - f_g)L_d + f_g L_g], \tag{3}$$

diferă de numărul civilizațiilor aflate înăuntrul orizontului nostru de comunicații,

$$N_c \sim N_I \sim R\ [(1 - f_g)L_d]. \tag{4}$$

Raportul dintre aceste durate de existență

$$N_c/N \sim [1 + f_g\,(Lg/L_g)]^{-1}; \qquad \text{pentru } fg \ll 1 \tag{5}$$

$$\sim (L_d/f_g\,L_g), \qquad \text{pentru } f_g L_g \gg L_d. \tag{6}$$

Ecuațiile (5) și (6) sînt independente de R. Dintre civilizațiile aflate înăuntrul orizontului nostru de comunicații numai

$$N'_c \sim R f_g (1 - f_g) L_d \tag{7}$$

sînt sortite să aibă durate de existență $\gg L_d$.

Să particularizăm acum la cîteva cazuri numerice ilustrative. Subliniez că se pot concepe și pot fi chiar probabile valori care diferă cu cîteva ordine de mărime de cele alese de mine. Adoptăm (Nota S[2]) $L_g \sim 10^9$ ani, $f_g \sim 10^{-2}$ și $R \sim 10^{-1}$ pe an. De asemenea, presupun $L_d \sim 10^3$ ani. Pornind de la evenimente din ultimele cîteva decenii se poate obiecta că L_d trebuie să fie cu 1-2 ordine de mărime mai mic; concluziile vor fi corespunzător mai pesimiste. Independent de alegerea lui L_d, dacă $L_d \ll L_g$, găsim $L \sim 10^7$ ani și $N \sim 10^6$ civilizații galactice (Nota S[2]). Presupunînd că aceste civilizații au o distribuție aleatorie, distanța medie pînă la cea mai

Scanned with OKEN Scanner

apropiată este de doar cîteva sute de ani lumină, și căutarea unor asemenea civilizații cu tehnologia de care dispunem s-ar părea să fie în ordine. Dacă, însă, avem în vedere numai civilizațiile dinăuntrul orizontului nostru de comunicații, găsim, cu același eșantion de numere,

$$N_c/N \sim 10^{-4}$$

și

$$N_c \sim 100.$$

În acest caz distanța pînă la cea mai apropiată civilizație care comunică este $\sim 10^4$ ani lumină — mult dincolo de capacitatea noastră actuală, presupunînd că „interlocutorul" nostru se flă la aproximativ același nivel tehnic. Iar din aceste 100 de societăți numai $N_c' \sim 1$ este probabil să evite autodistrugerea.

Aproape toate aceste civilizații de Tip I sau mai tinere trebuie să aibă tehnologii considerabil mai avansate decît a noastră și ar fi foarte posibil să stabilim contacte cu ele. Perspectivele sînt, însă, mult mai întunecate decît în cazul a 10^6 civilizații galactice care comunică. Situația se poate ameliora întrucîtva considerînd că L_d este mai degrabă mai mic decît intervalul pînă la orizontul de comunicații și nu egal cu el, cum am admis noi aici; am fost însă optimiști în alegerea lui L_d și cred că e greu de crezut că în viitorul nostru tehnologic numeroase civilizații vor fi preocupate în mai mult de 10^3 ori să comunice cu noi.

Situația pare să fie că civilizațiile de Tip II sau mai avansate pot fi, sub raportul tehnicilor actuale de comunicații de pe Pămînt, la distanțe mici de noi — dar, sub același raport, pot fi necomunicative; pe cînd civilizațiile de Tip I s-ar putea să comunice — dar tind să fie prea departe ca să le putem detecta. Consecința operațională este că detectarea civilizațiilor de Tip I sau mai tinere este mai dificilă decît s-a presupus în general și că pentru asemenea acțiune va fi nevoie de sisteme radio mai complexe — de exemplu, sisteme cu faze foarte largi — decît cele existente curent și de foarte mult timp de observare pentru a căuta printre cele $\sim 10^9$ stele care trebuie selectate pentru a găsi o astfel de civilizație.

Pe de altă parte, o atenție mult mai serioasă trebuie să se acorde problemei civilizațiilor de Tip II și Tip III, nivel la care, conform discuției de mai sus, se află majoritatea socie-

Scanned with OKEN Scanner

tăților tehnice din univers. O civilizație de Tip II poate comunica cu Pămîntul de pe unul din vecinii noștri galactici cei mai apropiați; o civilizație de Tip III poate comunica prin întregul univers cunoscut — și poate face acest lucru folosind exclusiv legi ale naturii pe care le înțelegem deja. Dacă fie și o foarte mică fracțiune din aceste civilizații sînt preocupate de procedee antice de comunicații, ele vor domina traficul comunicațiilor interstelare accesibil acum Pămîntului. De aceea, s-ar putea ca metoda cea mai bună să fie de a căuta cu tehnologia existentă mai degrabă civilizații de Tip II sau Tip III în galaxiile mai apropiate, decît civilizații de Tip I sau mai tinere în stelele mai apropiate.

NOTE

Kardașev, N.S., *Transmission of Information by Extraterrestrial Civilizations*, în „Soviet Astronomy" — A.J. nr. 8, 1964, p. 217.
Kreifeldt, J.G., *A Formulation for the Number of Communicative Civilizations in the Galaxy*, în „Icarus", nr. 14, 1971, p. 419—430.
Sklovski, I.S., Carl Sagan (Nota S²), *Intelligent Life in the Universe*, Holden Day, San Francisco, 1966.

Scanned with OKEN Scanner

N. S. KARDAȘEV

STRATEGII DE CĂUTARE A INTELIGENȚEI EXTRATERESTRE*

Detectarea și studierea civilizațiilor extraterestre constituie o problemă de imensă importanță pentru progresul umanității, pentru cultura și filozofia ei. Descoperirea vieții inteligente în Univers ar oferi o linie directoare dezvoltării posibile a civilizației noastre pe intervale de timp astronomice. O astfel de informație ar putea să schimbe radical întreaga structură a vieții și activității noastre. Interesul față de această problemă crește pe an ce trece, atrăgînd tot mai mulți specialiști din diverse științe ale naturii.

Pe cine putem găsi?

Pornind de la o constatare fundamentală și demnă de încredere a astrofizicii și anume că există legi de bază care sînt valabile în orice spațiu observat și în orice perioadă a evoluției Universului, avem toate motivele să considerăm că toate trăsăturile caracteristice ale Universului pe care le cunoaștem noi sînt cunoscute și folosite și de alte civilizații. Civilizația noastră este desigur încă prea tînără pentru a stabili contacte cu altele. Întrucît Sistemul Solar aparține celei de-a doua generații de stele a galaxiei și vîrsta lui este de aproximativ 5 miliarde de ani, în timp ce vîrsta celor mai bătrîne obiecte din Univers poate fi de 10—20 de miliarde de ani, este clar că durata de existență a altor civilizații (în particular, perioada de cînd comunică) poate fi incomparabil mai lungă decît a noastră. De aici rezultă că ele pot avea cunoș-

* „Cosmic Search", vol. 2. Nr. 3, 36; Nr. 4, 4 (1980).

Scanned with OKEN Scanner

ştinţe mult mai bogate decît ale noastre şi că, desigur, trebuie să ştie ce facem noi.

Mai mult, deoarece formele obiectelor şi particularităţile evoluţiei lor sînt comune în întreg Universul observabil, este foarte probabil că stadiul nostru actual este unul prin care trebuie să treacă orice civilizaţie în cursul evoluţiei sale iniţiale. De aceea ar fi posibil să definim civilizaţia pe baza caracterului ei universal, ca în definiţia funcţională dată vieţii de A.A. Liapunov, drept „o stare de înaltă stabilitate a materiei, care foloseşte informaţia codificată a stării moleculelor individuale pentru a produce reacţii de menţinere".

Este foarte probabil că viaţa devine posibilă cînd se poate sintetiza un anumit tip de moleculă care este capabilă să depoziteze şi să utilizeze cel mai simplu gen de informaţie despre mediu şi despre propria structură. Această informaţie poate fi folosită ulterior pentru a asigura supravieţuirea, reproducerea şi, ceea ce este cel mai important pentru noi, achiziţionarea de noi informaţii. Legitatea procesului ei este produsul unor forţe fizice şi chimice, parţial inerente moleculelor, parţial dependente de condiţiile mediului. În termenii biologiei, formele inferioare de viaţă realizează legitatea prin mutaţii şi prin selecţia naturală. Aceeaşi legitate poate fi considerată şi stimulul principal al evoluţiei unor forme superioare de civilizaţie.

Caracteristica prin care formele superioare de viaţă se deosebesc esenţial de celelalte rezidă în capacitatea lor de a analiza abstract informaţia dobîndită. În stadii ulterioare ale evoluţiei vieţii apar şi sisteme de organisme vii, supuse aceluiaşi gen de legitate. Urmînd definiţia de mai sus a vieţii, propun următoarea definiţie funcţională a unei civilizaţii de cel mai înalt nivel: „*Civilizaţia* este o stare de înaltă stabilitate a materiei, capabilă să dobîndească, să analizeze abstract şi să folosească informaţia pentru a obţine o informaţie calitativ nouă despre mediul ei şi despre sine, pentru a-şi îmbunătăţi capacitatea de a acumula noi informaţii necesare producerii reacţiilor de menţinere. Civilizaţia se caracterizează prin conţinutul informaţiei dobîndite, prin programul de funcţionare şi prin producţia necesară împlinirii acestor funcţii".

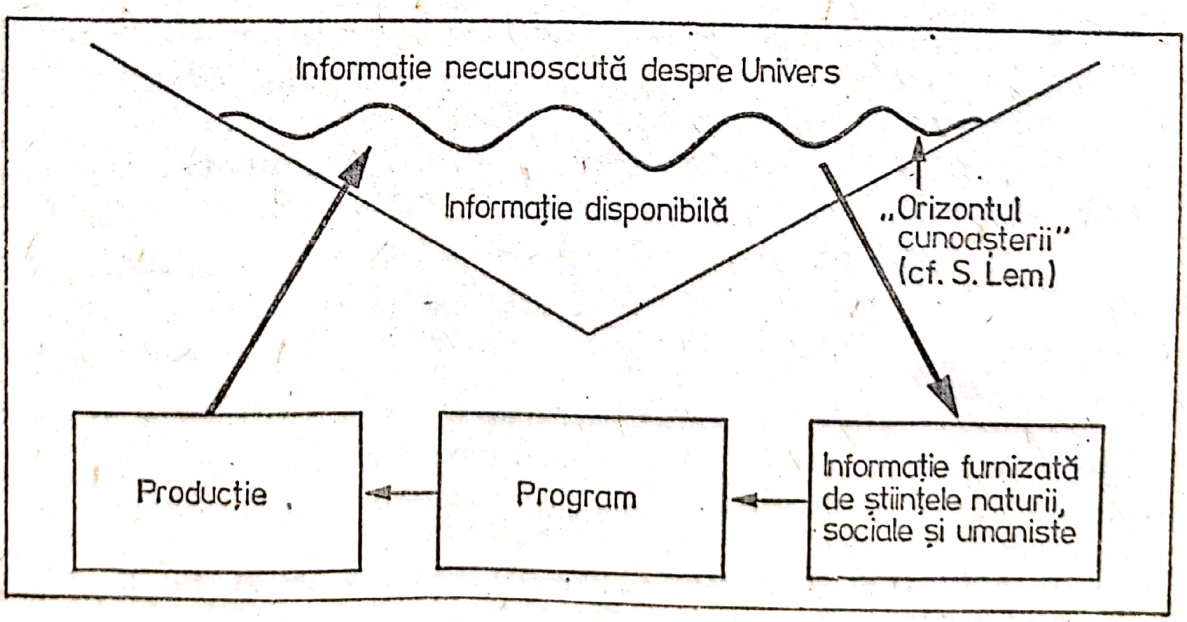
A specifica metoda de codificare a informaţiei în acest caz particular este, după părerea noastră, total lipsit de sens, deoarece ea trebuie să includă cărţi, procedee de înregistrare a imaginilor, memorii de calculator şi eventuale forme de viaţă

Scanned with OKEN Scanner

artificială care s-ar putea să devină disponibile în viitor. „Informație despre mediu și despre sine" înseamnă date despre natura anorganică și organică (inclusiv civilizații), știință, tehnică, economie, cultură, arte etc.

Figura de mai jos ilustrează această definiție. Ea prezintă interacțiunea unei civilizații cu Universul. Pentru a-și atinge obiectivele urmărite, civilizația folosește producția, suma totală a cunoștințelor acumulate (compusă din informația furnizată de științele naturii, științele sociale și științele umaniste), precum și programul de analizare a respectivei informații și de elaborare a deciziilor pentru conducerea producției. Din această definiție a civilizației rezultă că activitatea ei este prioritar un mijloc de a îndeplini funcțiile menționate în definiție și nu o activitate în sine, gratuită.

O altă problemă esențială este ideea că informația despre natură și societate are o structură ierarhică. Această idee este deseori prezentată sub forma unui arbore informațional din ale cărui ramuri cunoaștem deocamdată numai cîteva. Tocmai de aceea definiția dată de noi civilizației relevă că evoluția necesită un flux continuu de informație calitativ nouă: fie informație de ordin superior care generalizează legi binecunoscute, fie descoperirea unor ramuri noi și necunoscute ale arborelui informațional. Și, atunci, depinde longevitatea civilizațiilor de un număr finit sau infinit de legi fundamentale încă necunoscute ale naturii?



INTERACȚIUNEA UNEI CIVILIZAȚII CU UNIVERSUL

Scanned with OKEN Scanner

Dacă toate legile fundamentale sînt descoperite repede, viitorul nostru se va rezuma la o evoluție cantitativă. Un rezultat posibil este stingerea omenirii prin plictiseală, degenerare și pierderea interesului. Oricum, cel puțin în prezent, noi nu sîntem confruntați cu o asemenea problemă. Atît în științele naturii, cît și în științele sociale există un număr enorm de probleme fundamentale de a căror rezolvare sîntem încă foarte departe. Și probabil că procesul rezolvării lor va genera, la rîndu-i, chiar mai multe probleme noi și fundamentale. Iată cîteva exemple de probleme nerezolvate din științele naturii:

- O teorie unificată a gravitației și a mecanicii cuantice relativiste;
- O teorie a particulelor elementare;
- O teorie care să explice valorile numerice ale constantelor fizice fundamentale: viteza luminii, constanta lui Planck, constanta gravitației, sarcina și masa electronilor și protonilor (sau valorile combinațiilor lor dimensionale);
- Problema numărului finit sau infinit de legi fundamentale ale microcosmosului;
- O teorie care să explice ce a existat înaintea și la începutul expansiunii Universului, la care asistăm acum;
- O teorie care să explice valorile vitezei și accelerației expansiunii Universului, precum și densitatea lui medie și entropia lui;
- O teorie care să descrie ce se întîmplă într-o gaură neagră în viziunea unui observator care ar cădea în ea;
- Problema dacă spațiul cosmic are o conexiune simplă. Dacă nu, există și alte lumi, diferite de microcosmosul și macrocosmosul observabile?
- Problema dacă numărul legilor fundamentale ale macrocosmosului este sau nu finit;
- O teorie a apariției vieții pe Pămînt și a modurilor diferite de apariție a vieții în alte părți ale Universului;
- O teorie a activității cerebrale a omului și a animalelor.

Așadar există o mare diversitate de probleme importante ale căror soluții nu se pot întrevedea. Ca urmare, vom trage cîteva concluzii:

În primul rînd, există o gamă largă și probabil nelimitată de activități necesare civilizațiilor pentru a rezolva probleme

Scanned with OKEN Scanner

similare celor menționate mai sus. În consecință, durata fazei în care civilizațiile evoluează și comunică este lungă, posibil chiar nelimitată.

În al doilea rînd, nivelul nostru actual acoperă numai o fracțiune neglijabilă din această fază. De aceea, este foarte improbabil că vom întîlni vreodată „frați întru inteligență" care să fie în stadiul nostru de evoluție.

În al treilea rînd, civilizațiile foarte dezvoltate cunosc și folosesc pe scară largă legi ale naturii de care noi încă nu știm. După părerea mea, acest aspect ar trebui luat în considerare atunci cînd se elaborează planurile de căutare a unor civilizații extraterestre.

În continuare merită să examinăm cîteva modele ipotetice de evoluție a civilizației:

1. În articolul „Posibilia unicitate a vieții inteligente în Univers"*, I.S. Șklovski scrie că este ciudat că „unda de șoc a inteligenței" unei supercivilizații nu a înghițit tot Universul. Dacă se ține seama de toate considerațiile expuse mai sus, argumentul împotriva unei asemenea posibilități este că pentru a menține activitatea civilizației nu-i neapărat necesară extinderea spațiului ocupat. Întîi, de ce extindere dacă pretutindeni în Univers totul este la fel? În al doilea rînd, avînd în vedere ritmul în care are loc schimbul de informație între cele două părți ale sistemului, ele nu-și pot extinde dimensiunile. Dimpotrivă, pentru două civilizații separate prin distanțe mari este mult mai avantajos să se unească, astfel sporindu-se conținutul de informație al fiecărei civilizații în parte și reducîndu-se numărul de civilizații și spațiul pe care-l ocupă.

2. În locul unei expansiuni nelimitate în spațiu, este posibil ca civilizațiile să continue următoarele activități, cu scopul de a dobîndi informație despre noi legi fundamentale:

- Studierea microcosmosului;
- Zboruri spațiale orientate spre cele mai interesante obiecte din Universul nostru (n-ar fi posibil un zbor spre centrul galaxiei ca obiectiv pe termen lung?).
- Studierea unor posibile treceri în spații cu dimensiuni diferite de spațiul nostru (de exemplu, printr-o gaură neagră cu sarcină).

---

* Vezi volumul de față, p. 192.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru asemenea activități ale civilizațiilor sînt indiscutabil necesare cantități uriașe de energie și ne putem aștepta ca eficiența consumării ei să fie destul de ridicată. Apoi, conform termodinamicii, energia consumată va fi transformată mai ales în radiație cu o intensitate bolometrică aproximativ egală cu cea a radiației de fond în jurul sursei. Distribuția spectrală a intensității va fi apropiată de cea a unui corp negru. Acest lucru oferă una din posibilitățile de căutare a civilizațiilor. O a doua presupunere, care ar putea fi verificată prin observație, este că o civilizație va folosi mari cantități de material pentru activitățile ei astroinginerești. Supoziția ultimă este că informația se transmite sub formă de radiație electromagnetică.

Exemplele date pînă aici se referă doar la cîteva direcții posibile de activitate ale civilizațiilor. Toate aceste exemple, însă, par să fie direct legate de o strategie corectă în căutarea unor civilizații, subiect de care ne vom ocupa acum.

Strategii corecte și strategii greșite

În comunitatea științifică se discută în prezent două concepții și două strategii opuse pentru căutarea civilizațiilor extraterestre:

1. *Concepția „șovinismului terestru"*: Orice civilizație se stabilizează sau dispare la un nivel de dezvoltare apropiat de al nostru (vezi concluziile și recomandările „Clubului de la Roma" în privința limitelor populației și ale activităților acesteia).

Strategie de căutare: Căutarea unei civilizații de tipul nostru, adică aparținînd unui sistem planetar, care folosește tehnici de comunicare similare cu ale noastre: semnale monocromatice de la cele mai apropiate stele de tip-Soare, extinzînd treptat raza de observare.

2. *Concepția evoluționistă*: Civilizațiile pot atinge trepte de evoluție mult mai înalte decît a noastră.

Strategie de căutare: Căutarea unor supercivilizații care dispun de sisteme de emisie mai puternice și desfășoară o activitate inginerească foarte avansată. Aceste studii pot urma două direcții. *Prima*, studierea caracterului celor mai

Scanned with OKEN Scanner

puternice (și, de obicei, celor mai depărtate) surse cunoscute de radiație din Univers. Numai după ce vom fi siguri că funcționarea lor are o explicație naturală va merita să trecem la observarea unor obiecte mai slabe. *A doua*, căutarea unor surse noi și puternice de radiație, mai ales în regiuni slab investigate ale spectrului electromagnetic.

Ca urmare, ar fi indicat să se caute semnale semnificative monocromatice sau în impulsuri dinspre centrul Galaxiei, dinspre nucleele altor galaxii și quasari, dinspre alte clase de obiecte astronomice (dacă există temeiuri de a le implica în evoluția civilizațiilor), să se caute semne de activități astro-inginerești la aceste obiecte, pe baza unor hărți ultra-precise, și să se examineze în detaliu orice surse „deosebite" care s-ar putea descoperi (de exemplu, e posibil să se descopere structuri foarte mari, dintre care unele să se deplaseze cu viteze aproape relativiste).

Gama optimă a lungimilor de undă utilizabile pentru căutarea de semnale artificiale dinspre nucleul Galaxiei noastre și dinspre nucleele altor galaxii și quasari diferă radical de gama cea mai favorabilă pentru contacte cu stelele cele mai apropiate. Primele obiecte, a căror natură este încă necunoscută, se caracterizează printr-o intensă emisie radio naturală de origine sincrotronă, pe toată gama frecvențelor radio. În plus, undele radio sînt puternic împrăștiate în norii de plasmă care înconjură aceste obiecte. Cei doi factori fac ca gama cea mai favorabilă căutării să fie, probabil, mai degrabă pe lungimile de undă milimetrice, în apropierea intensității maxime a fondului de radiație remanent, și nu în preajma lungimii de undă de 21 cm. Este interesant că dacă o civilizație de pe un obiect extragalactic depărtat trimite semnale în această zonă a spectrului, atunci, în ciuda modificărilor în spectrul de fond pe parcursul propagării semnalului, semnalele vor parveni, pare-se, și ele aproape de intensitatea maximă a fondului de radiație primordial așa cum ar percepe observatori din Galaxia noastră.

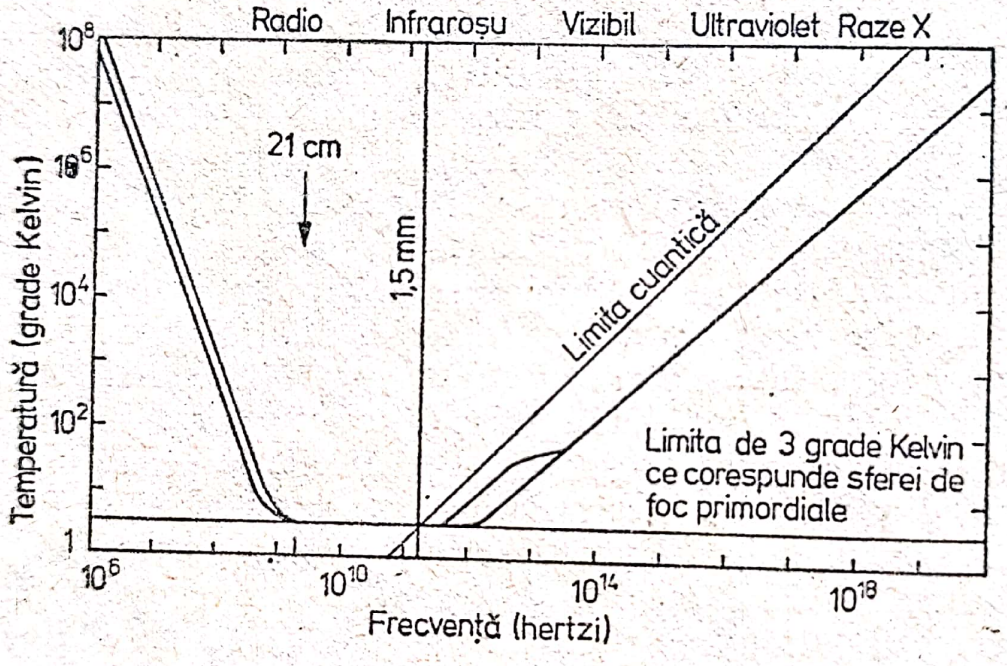
Pentru observatorii din Galaxia noastră, zona spectrală de intensitate maximă a fondului primordial corespunde unei lungimi de undă de 1,7 milimetri. Ar trebui încercat să se descopere în această zonă radiație purtătoare de informație specifică precum și radiație termică de la mari construcții astro-inginerești. De aceea, ar fi extrem de interesant să se cerceteze natura sursei radio punctiforme (de dimensiuni mai mici decît sistemul nostru solar) care este situată chiar

Scanned with OKEN Scanner

în centrul galaxiei noastre și care emite radiații pe unde scurte, ca și natura mai multor surse de radiație infraroșie din apropierea Centrului Galaxiei și a căror temperatură este aproape de temperatura camerei.

A interpreta în acest mod fenomene astronomice reale și observate înseamnă oare a-ți pierde rațiunea? Deocamdată, atunci cînd studiem obiecte necunoscute este indicat să avem în vedere ambele posibilități: *o explicație „naturală" a obiectelor* care evoluează într-un Univers lipsit de viață și *modele de obiecte* pe care le-am putea numi „minuni cosmice", dar care s-ar putea să fie și rezultatul unei lungi evoluții a vieții inteligente în Univers. Ambele concepții pot stimula experimente pentru a demonstra care din ele e *mai aproape de adevăr*.

DIAGRAMĂ TEMPERATURĂ - FRECVENȚĂ



Dependența frecvenței de temperatura de strălucire a radiației cosmice de fond (linia continuă). Datele din gamele radio, submilimetrică și infraroșie sînt prezentate pentru Polul Galactic (curba inferioară) și pentru Planul Galactic (curba superioară). Linia verticală marchează centroidul spectrului radiației de fond primordiale.

În sfîrșit, s-au făcut diferite evaluări ale posibilității de a detecta, cu nivelul nostru tehnologic actual, civilizații extraterestre. Aceste calcule sînt demne de încredere deoarece ele se bazează pe condițiile binecunoscute ale propagării semnale-

Scanned with OKEN Scanner

lor electromagnetice în spațiul cosmic. Graficul raportului dintre temperatură și frecvență (p. 138) prezintă dependența frecvenței de temperatura de strălucire a radiației cosmice de fond și localizează cele 2 game principale ale cercetărilor SETI. Gama din apropierea faimoasei linii radio, pe 21 cm, a hidrogenului corespunde presupunerii unei transmisii în toate direcțiile și este aleasă pentru căutarea unor semnale de la sistemele planetare cele mai apropiate.

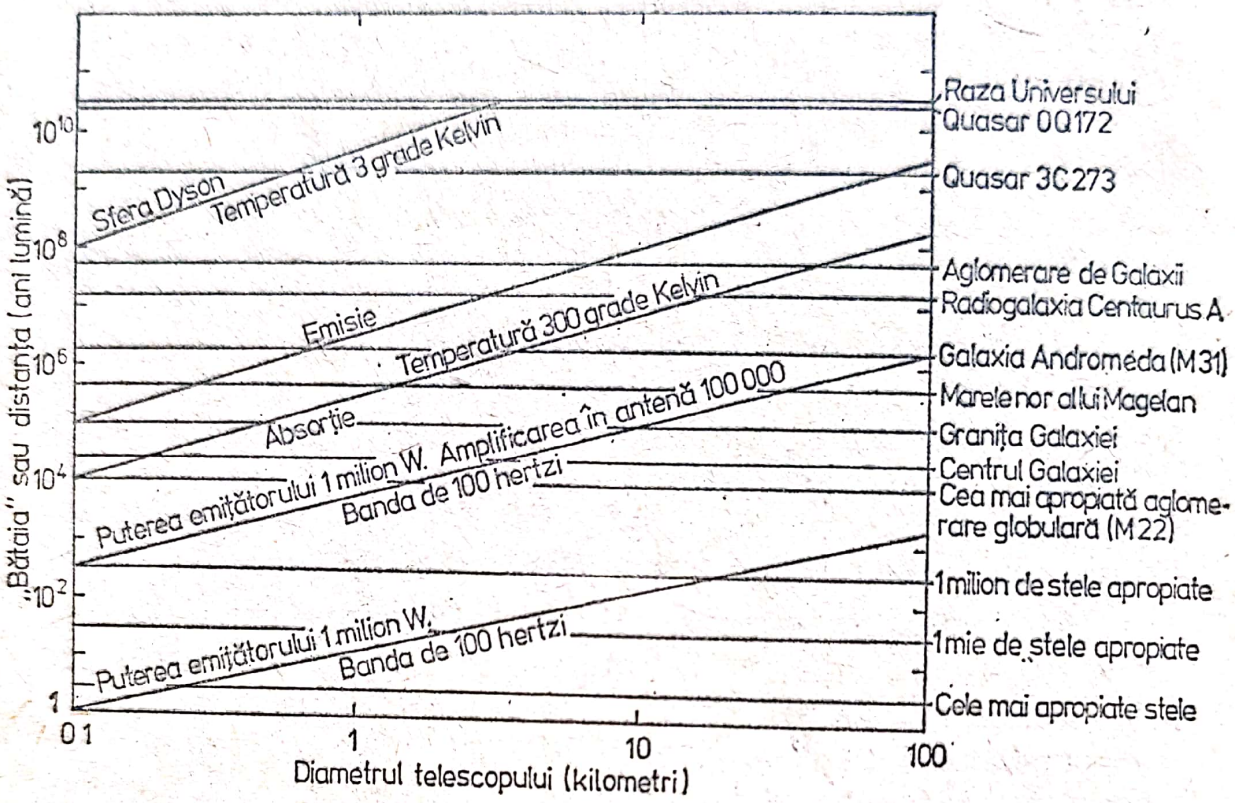
Zona dinspre centrul spectrului radiației de fond fosile (lungimea de undă de aproximativ 1,5 milimetri) corespunde strategiei celei mai economice de comunicații în spațiul cosmic, și anume alinierea antenelor de emisie și de recepție și emiterea într-un fascicul îngust a radiației și a informației purtate de ea. Aceasta este gama optimă atît pentru distanțe mici cît și pentru distanțe mari (dispersia unui fascicul de radiație este mai mică în gama milimetrică decît în apropierea liniei de 21 cm).Gama milimetrică poate să fie folosită și pentru detectarea unor mari construcții astroinginerești. Pentru o astfel de cercetare este nevoie de o rezoluție unghiulară foarte mare, care se poate obține numai prin radio cu Interferometre cu Bază Foarte Mare (VLBI)*.

Prima căutare în gama milimetrică a unor semnale semnificative, ca și a unei emisii termice sau unei radiații dispersate de construcții astroinginerești se poate efectua cu radiotelescoapele existente sau proiectate, atît în gama milimetrică, cît și în cea centimetrică. Pentru a obține rezultate pozitive este, însă, probabil necesar un radiotelescop special, de dimensiuni foarte mari — un interferometru cu o bază mai mare decît diametrul Pămîntului. Un radiotelescop atît de mare trebuie să fie construit nu pe Pămînt, ci în spațiul cosmic, pe o orbită geostațională, sau chiar mai depărtată. Un astfel de instrument va reuși să elimine total imensa interferență radio asociată activității civilizației de pe Pămînt. Costul estimat al unui astfel de instrument, cu un reflector de cîțiva kilometri, poate fi, ținînd seama de absența gravitației, chiar mai mic decît costul unui sistem la sol cu aceeași zonă de colectare. Construirea unor astfel de telescoape va fi posibilă în deceniul următor. Proiectul unor radiotelescoape cu reflectoare avînd un diametru pînă la 10 km a fost analizat de V.I. Bajakas, A.S. Gvamișava ș.a. în comunicarea lor „Un radiotelescop în spațiul cosmic" prezentată la congresul de la

* Very Long Baseline Interferometers.

Scanned with OKEN Scanner

Praga al Uniunii Astronomice Internaționale, în 1977. Un proiect similar a fost propus în S.U.A. Cu radiotelescoape de acest fel s-ar putea detecta la distanțe comparabile cu raza de curbură a Universului radiația naturală a construcțiilor astroingineresti, absorbția ori reflectarea de către ele a radiației de fond, sau semnale purtătoare de informație.



Dependența între „bătaia" sau distanța de detectare și dimensiune (diametrul) antenei receptoare în cazul unei civilizații care emite cu o putere de 1 MW și o antenă nedirecțională (linia oblică cea mai de jos) și cu o antenă cu amplificare de 100.000 (linia oblică următoare). Distanța la care pot fi detectate construcții astroingineresti de tipul sferei Dyson este arătată de linia oblică cea mai de sus. O sferă Dyson este o structură construită de o supercivilizație complet în jurul stelei proprii. Distanța sau bătaia este exprimată în ani lumină pe scara verticală din stînga, iar obiectele aflate la distanțele respective sînt trecute în dreapta.

Graficul cu dependența distanței de recepție de mărimea telescopului ilustrează aceste concluzii. Se fac estimări ale posibilității de a detecta construcții astroingineresti de tipul sferei Dyson care la temperaturi de 3°K și 300° K radiază aceeași putere ca și Soarele, dar în infraroșu sau în gama milimetrică, precum și semnale semnificative de aproximativ aceeași putere emise de o supercivilizație. Graficul prezintă,

Scanned with OKEN Scanner

de asemenea, posibilitățile de a detecta emițătoare similare cu cele disponibile pe Pămînt, corespunzător concepției „șovinismului terestru" (curbele inferioare). De reținut că distanța de detectare în cazul concepției „evoluționiste" (corespunzînd curbelor superioare) este cu multe ordine mai mare.

Concluzii

Investigațiile astrofizice ca și datele furnizate de biologie, cibernetică și alte științe indică o înaltă probabilitate de detectare a unor civilizații extraterestre. Toate concepțiile inițiale despre înfățișarea pe care ar avea-o aceste civilizații și despre strategiile adecvate pentru descoperirea lor trebuie să fie acum revizuite radical. Calea spre detectarea lor este înfăptuirea următorului șir de experimente:

În primul rînd, căutarea și studierea surselor de radiație ale corpului negru a căror intensitate maximă se situează în gamele milimetrică și infraroșie, în scopul detectării unor construcții foarte mari. Astfel de construcții ar putea să fie detectate și prin efectul lor de ecranare sau prin modul în care reflectă radiația cosmică de fond în diferite regiuni ale spectrului. Abordări foarte promițătoare ar fi elaborarea unor hărți sintetice de surse speciale cu ajutorul unor interferometre cu bază superlungă sau detectarea unor obiecte foarte compacte cu ajutorul scintilației (cauzată de modularea radiației la trecerea prin plasma neomogenă a spațiului cosmic). O precizie foarte mare în regimul de lucru al interferometrului și în observarea scintilației necesită radiotelescoape separate prin distanțe care depășesc diametrul Pămîntului.

În al doilea rînd, căutarea unor semnale semnificative de la obiectele promițătoare. Gama optimă de lungimi de undă pentru astfel de semnale trebuie să fie calculată în funcție de emisia radio de fond din apropierea sursei respective și de condițiile de propagare a semnalului în plasmă de-a lungul liniei de vedere. Gama milimetrică este deosebit de promițătoare în apropierea intensității maxime a radiației de fond remanente. Aceste experimente ar putea fie să dezvăluie că unele obiecte astronomice cunoscute sînt de fapt legate de

Scanned with OKEN Scanner

activități ale unor civilizații, fie să ducă la detectarea unor clase cu totul noi de surse astronomice naturale.

Dacă se vor proiecta cu grijă experimente bazate pe concepția „evoluționistă" și vor fi efectuate cu cele mai mari radiotelescoape realizabile pe viitor, căutarea civilizațiilor extraterestre s-ar putea să dea rezultate pozitive în primii zece ani, asigurîndu-i astfel omenirii accesul la uriașul tezaur de informații acumulat în Univers într-un interval de miliarde de ani.

Scanned with OKEN Scanner

HANS FREUDENTHAL

SPRE UN LIMBAJ COSMIC*

Am ales problema elaborării unui limbaj pentru comunicarea cu ființe raționale care nu cunosc nici una din limbile vorbite pe planeta noastră și cărora nu le putem arăta lucrurile. Trebuie să presupunem că ele se aseamănă oamenilor prin dezvoltarea și capacitățile lor intelectuale, deși desigur nu în mod necesar și prin aspectul lor fizic.

Această problemă a fost subiectul unui articol scris într-o manieră amuzantă dar serios, publicat în 1896 de strălucitul matematician și antropolog Francis Galton. Astăzi posibilitățile tehnice pentru comunicații cosmice sînt mult mai favorabile decît pe vremea lui Galton. În prezent avem undele electromagnetice prin care putem trimite semnale radio în spațiu. Nu știu la ce distanță pot ele să ajungă în prezent. Nu sînt un expert în ingineria comunicațiilor și sînt fericit să las astfel de chestiuni în seama unor oameni mai competenți. De asemenea, nu pot spune dacă există realmente undeva în Univers ființe raționale care pot să recepționeze și să interpreteze semnalele noastre (deși în această privință nu sînt mai ignorant decît oricare altul). Oricum, consider că e greu de crezut că Pămîntul nostru este singurul ungher din Univers care adăpostește ființe raționale, dar sînt gata să admit că dacă mai sînt multe locuințe ca a noastră, vecinul nostru apropiat s-ar putea să-și aibă domiciliul la mii sau milioane de ani-lumină depărtare de noi.

În plus s-ar putea ca ideea aceasta a unui limbaj cosmic să fie o inspirație tardivă. Poate că știri din lumi îndepărtate traversează fără contenire Universul pe undele

* „Cosmic Search" vol. 2, Nr. 1, 35, 1980.

Scanned with OKEN Scanner

din eter și singurul lucru care se așteaptă de la noi este să ascultăm. Poate că ele călătoresc pe lungimi de undă care nu străpung perdeaua atmosferei noastre, iar în acest caz va trebui să ascultăm de la un avanpost în spațiul cosmic — un satelit artificial —, și să construim acolo o stație prin care să urmărim rețeaua comunicațiilor cosmice. Acestea sînt, însă, fantezii cu care să se joace fizicienii și astronomii. Să revenim la subiectul acestui articol. M-am străduit în oarecare măsură să schițez un limbaj pentru relații cosmice, pe care l-am denumit *Lincos* (o prescurtare a lui „Lingua Cosmica"). Cititorul va găsi, fără îndoială, că deocamdată am făcut foarte puțin. Este nevoie de un volum de cîteva sute de pagini pentru a transcrie un vocabular de, să spunem, două sute de cuvinte, omițînd termenii strict de matematică sau logică. Iar acesta este doar începutul. Vocabularul acesta este de probă. El trebuie să fie supus unei critici necruțătoare și analizat pentru a-i elimina inconsistențele și construcțiile greoaie și inutile. Chiar lăsînd de o parte dificultățile tehnice, cu greu ne putem aștepta să vorbim în viitorul apropiat cu alte lumi în *Lincos*.

Sunetele limbajului *Lincos* sînt semnale radio de diferite lungimi și pe diferite lungimi de undă. Din aceste sunete se alcătuiesc cuvinte. Doar în cîteva cazuri am prescris cum se va compune un cuvînt: pentru majoritatea cuvintelor aceasta este o chestiune mai degrabă lipsită de importanță și care poate fi examinată ulterior. În textul meu, în loc de cuvinte propriu-zise din *Lincos*, care vor fi semnale radio, folosesc cuvinte-cod arbitrare. Aceste cuvinte-cod sînt reprezentări grafice ale adevăratelor cuvinte *Lincos* (așa cum este $ pentru dolar).

Din aceste cuvinte se pot forma propoziții, care vor fi legate între ele în texte de program. Se presupune că ascultătorii vor recunoaște în fluxul de semnale un limbaj și că nu-l vor considera o armonie celestă. Dacă ei seamănă cît de cît cu ființele omenești, vor face cu aceste mesaje exact același lucru pe care l-am face noi dacă le-am recepționa: vor încerca să le decodeze. Ei nu cunosc limbajul, dar într-o privință munca lor va fi mai ușoară decît cea a oamenilor care au de descifrat un cod diplomatic sau militar. Astfel de coduri sînt menite să reziste oricăror încercări rezonabile de descifrare și să fie ilizibile dacă nu ai cheia lor, în timp ce în mesa-

Scanned with OKEN Scanner

jele *Lincos* trebuie să facem totul pentru ca textul să-i fie cît mai inteligibil cu putință ascultătorului.

Proiectarea unui limbaj cosmic a fost mult ușurată de realizările logicienilor moderni. Eșafodajul construcției — sintaxa — este gata. Acum le revine lucrătorilor să toarne cimentul și să așeze cărămizile, adică să creeze un vocabular. În emisiunile *Lincos*, pauzele vor fi folosite ca punctuație. Cu cît o pauză este mai lungă, cu atît este mai evidentă ca semn de punctuație. Ascultătorul va înțelege principiul fără vreo explicație, dacă în general înțelege ceva. Pauzele se explică de la sine.

Primele cuvinte

Dar ce vom comunica? Cum să începem? Cu matematică, desigur. Nu putem prezenta vizual obiecte, ca urmare începutul nostru nu poate fi concret. Și nu există nimic la fel de abstract ca matematica.

Primul text ar putea fi de genul următor: patru puncte, un complex de semne pe care îl vom numi arbitrar POF, două puncte, un alt complex de semne pe care îl vom numi RIK, apoi șase puncte. După aceea: 2 puncte POF 1 punct RIK 3 puncte.

. . . . — — . . — . . . . . .
. . — — . — . . .

Se presupune că cititorul — și ascultătorul de undeva din Univers — va înțelege că POF înseamnă „plus“ și că RIK înseamnă „egal“. Ne-am cam pripit însă. Mesajul poate fi interpretat și în sensul că POF înseamnă „egal“, iar RIK „scăzut din“. Atunci 4 egal cu 2 scăzut din 6.

Este evident, deci, că am pornit-o greșit. Proiectarea unui limbaj echivalează cu străbaterea unui teren înțesat cu capcane și sînt sigur că am căzut în cîteva dintre ele. Să începem mai precaut, cu propoziții care conțin un singur cuvînt îndoielnic, de exemplu 4 puncte RIK 4 puncte.

. . . . — . . . .

și așa mai departe. O dată clarificat că RIK înseamnă „egal“, putem trimite fără nici un risc mesaje de primul tip. La fel putem introduce cuvinte care exprimă celelalte operații arit-

Scanned with OKEN Scanner

metice elementare și termeni care semnifică „mai mare decît“ și „mai mic decît“. Nu trebuie decît să emitem formule numerice în care apar aceste cuvinte. Excluzînd șirul infinit al numerelor 1, 2, 3... notate cu unu, două, trei sau mai multe puncte, vom avea la dispoziție un vocabular alcătuit din șapte cuvinte. Acestea sînt plus, minus, înmulțit cu, împărțit, egal, mai mic, mai mare.

Cifrele-puncte sînt, desigur, incomode. La timpul potrivit vom transmite o listă care va arăta ascultătorului cum să transcrie numerele într-un mod mai compact. Firește nu vom folosi notația zecimală, ci notația binară, deoarece nu avem nici un motiv să presupunem că ființele raționale din alte lumi au și ele zece degete la mîini și zece la picioare. Totuși pentru comoditatea cititorului pămîntean voi păstra aici notația zecimală.

Pasul următor este introducerea unor variabile. Vom trimite un șir de ecuații de genul $3 + 7 = 7 + 3$, $3 + 11 = 11 + 3$, $3 + 1 = 1 + 3$, $3 + 8 = 8 + 3$ și, la urmă, $3 + A = A + 3$, din care ascultătorul trebuie să conchidă că grupul necunoscut A desemnează o variabilă. Treptat aceste formule cu „litere“ vor deveni din ce în ce mai complicate.

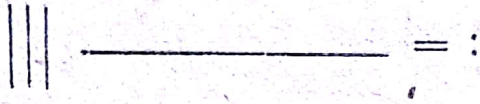
Apoi poate fi introdus primul simbol logic. Vom transmite perechi de formule algebrice, fiecare pereche astfel încît întotdeauna al doilea element să rezulte din primul, iar între ele un cuvînt care să fie interpretat ca „implică“. Din context ascultătorul va putea să conchidă că cuvîntul are o semnificație. La fel pot fi introduse cuvintele care semnifică „și“ și „sau“.

Apoi vom introduce, incluzîndu-le în contexte amintind de algebra de liceu, pe zero, numerele negative și fracțiile. Pasul următor este cel al fracțiilor zecimale (sau, mai degrabă, binare). Fracțiile ordinare sînt convertite în sistemul binar. Iar odată cu introducerea fracțiilor recurente va fi posibil să-l familiarizăm pe ascultător cu un termen care este cheia întregii matematici: termenul „și așa mai departe“, care va deveni unul din termenii cei mai frecvenți în *Lincos*. Apoi se introduc cuvinte care semnifică „întreg“ și „fracție“ și un cuvînt care semnifică „este“ în sensul din enunțul „3 este un număr întreg“.

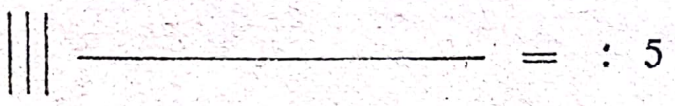
Scanned with OKEN Scanner

Noțiuni de timp

Al doilea capitol al limbajului *Lincos* poartă titlul de „timp". Se trimite un mesaj cuprinzînd un cuvînt încă necunoscut, să-l numim DUR, o liniuță mai lungă, cuvîntul care semnifică „egal", un alt cuvînt necunoscut, să-l numim SEC, și la urmă un număr egal cu durata reală a liniuței măsurată în secunde.



Mesajul va însemna că durata liniuței este egală cu atîtea secunde. Acest mesaj va fi apoi repetat cu o liniuță de altă lungime (și respectiv un alt număr care îi va urma).



Dacă se repetă acest lucru de cîteva ori, ascultătorul va constata că numărul din mesaj este întotdeauna proporțional cu lungimea liniuței și va trage concluzia că cuvîntul necunoscut DUR înseamnă durată și că SEC desemnează unitatea noastră convențională de timp.

În același fel putem introduce cuvintele „lungime de undă" și „frecvență". La fel, noțiunile de „înainte" și „după" pot fi demonstrate cu ajutorul unei perechi de liniuțe pe lungimi de undă diferite și al unui text în care se arată: liniuța pe lungimea de undă x înainte (sau după) liniuța pe lungimea de undă y. Apoi, pe o anumită lungime de undă se poate instala un ceas al cărui ticăit se va auzi ca fundal al întregului program, adăugîndu-se instrucțiuni de „citire" ale ceasului. Din acest moment, dacă vrem să menționăm un eveniment trecut sau viitor îl vom putea cita prin data lui. Menționarea evenimentelor va fi ilustrată prin numeroase exemple: se produce un anumit eveniment (de pildă o succesiune complicată de semnale), iar apoi se enunță că „între momentul 1 și momentul 2 s-a întîmplat cutare și cutare lucru" cuvintele „cutare și cutare" fiind înlocuite cu o replică a evenimentului petrecut. Astfel ascultătorul va învăța că cuvîntul *Lincos* folosit înseamnă „întîmplat".

Scanned with OKEN Scanner

Al treilea capitol al *Lincos* se ocupă de comportamentul uman, cel mai substanțial și mai dificil capitol de pînă acum. Desigur, nu-i putem spune ascultătorului nimic despre oameni în termeni abstracți. La fel cum am demonstrat numerele prin șiruri de puncte și duratele prin liniuțe, vom „înscena" acum comportamentul uman într-un fel de teatru la microfon. Actorii vor avea nume arbitrare, să spunem Ha, Hi, Ho și așa mai departe. Desigur, acești actori trebuie să interpreteze un fel de acțiune și întrucît nu există cuvinte care să desemneze spațiul sau mișcarea, singura acțiune pe care îi putem pune s-o interpreteze este vorbitul. A vorbi, adică a comunica; pentru moment n-are importanță ce metode fizice de comunicare se folosesc pe Pămînt. Dar pe lîngă actori și o acțiune avem nevoie de un al treilea număr de atracție al programului, niște mijloace de a deosebi faptele bune de cele rele, pentru că este imposibil să pui în scenă numai fapte bune. Astfel, vom pune în gura actorilor două cuvinte „adevărat" și „fals" ca semne de aprobare sau dezaprobare.

În sfîrșit, trebuie să hotărîm ce temă să abordeze actorii. Desigur, va fi vorba de matematică, deoarece matematica a fost anterior prezentată în amănunt și nu există un alt subiect disponibil. Conversația va consta în întrebări și răspunsuri de gen școlăresc.

Primul dialog ar putea să se desfășoare astfel:
Ha spune lui Hi: „?x (x = 2 + 2)"
Hi spune lui Ha: „4"
Ha spune lui Hi: „Adevărat"

Se vor transmite numeroase alte conversații similare. Șirurile de întrebări și răspunsuri vor da impresia unor conversații, iar ascultătorul va deduce ce înseamnă „spune lui" și că Ha, Hi, Ho... sînt nume de ființe care pot conversa. Întrucît răspunsurile corecte sînt urmate de „adevărat" și răspunsurile proaste de „fals", ascultătorul va înțelege semnificația acestor cuvinte.

În conversațiile noastre ne putem dispensa de particulele interogative, deoarece fiecare întrebare poate fi formu-

Scanned with OKEN Scanner

lată ca o problemă de aflare a unei necunoscute. Astfel, „cine i-a spus lui Ha:

2 + 2 = 4?“ poate lua forma verbală
„? x (x i-a spus lui Ha 2 + 2 = 4)“.

Sau, „ce i-a spus Ha lui Hi?“ va suna:

„? x (Ha i-a spus lui Hi x)“.

În sfîrșit, „Oare Ha i-a spus lui Hi: 2 + 2 = 4?“ poate fi exprimat:

„? x [x = valoare de adevăr (Ha i-a spus lui Hi: 2 + + 2 = 4)]“.

Acum putem trece la montarea altor cîtorva acțiuni, care sînt de fapt elaborări ale actului vorbirii, majoritatea vorbire de unul singur. Se transmite un șir de puncte și în același timp Ha le numără, adică pronunță numere. Apoi Hi spune „Ha a numărat“. Sau, îl auzim pe Ha făcînd un calcul, iar apoi Hi spune „Ha a calculat“. El încearcă să afle ceva (să zicem, cel dintîi număr prim dincolo de o întrerupere — prin calcul; sau, o persoană care a spus ceva — prin repetarea întrebării „oare tu ai spus cutare lucru?“, iar apoi Hi declară că „Ha a căutat (și găsit)“. „A dovedi“, „a descrie“, „a transforma“, „a aduna“, „a scădea“ pot fi prezentate recurgîndu-se la aceeași metodă. „A ști“ este un termen mult mai dificil. Începe o conversație în care Ha întreabă pe Hi cît fac 2 + 2; Hi răspunde „4“, iar în continuare Ha declară că Hi „știe“. Acest lucru, însă, nu este suficient.

Metode mai puțin directe pot arăta mai bine ce înseamnă „a ști“. De pildă, Ha îl întreabă pe Hi cît fac 2+ 2 și Hi răspunde „4“. Apoi Ha spune „Hi știe ce l-am întrebat“.

Cuvîntul următor este „a percepe“. Se constată că Hi știe de un anumit eveniment deși nimeni nu i-a vorbit de el; Hi a știut de el imediat ce s-a petrecut. Pornind de aici Ha declară „Hi l-a perceput“. Acest cuvînt necesită un context larg. Cuvintele „a înțelege“ și „greșeală de exprimare“ sînt mai ușoare. Ele pot fi ilustrate cu exemple simple.

Un cuvînt foarte important și destul de ușor este „aproximativ“. Rezolvarea prin aproximare a unor ecuații algebrice, imitarea prin aproximare a unor zgomote etc. pot servi la situarea acestui cuvînt într-un context.

Un cuvînt destul de simplu este „Vîrstă“ (a unei persoane). Ha spune că Hi nu a putut să perceapă un anumit

Scanned with OKEN Scanner

eveniment deoarece el a avut loc de prea mult timp, iar de aici Ho trage concluzia că vîrsta lui Hi este mai mică de un anumit număr de secunde. Începutul și sfîrșitul unei „existențe" umane sînt definite ca limitele între care individul poate să fi observat ceva — o definiție provizorie, dar deocamdată suficientă. Se poate adăuga o schemă a dezvoltării individului: la ce vîrstă poate un om să vorbească, să numere, să socotească, să rezolve ecuații patratice etc.

Apoi intră în scenă un nou actor, Ba. Ba poate să observe evenimente și să emită sunete neinteligibile, dar nu poate să vorbească, să numere, să calculeze și așa mai departe. Apoi se va arăta că Ha, Hi și Ho aparțin clasei „om", pe cînd Ba este un membru al clasei „animal" — clasă pe care deocamdată nu o vom subdivide. În acest punct se poate adăuga o scurtă statistică pe grupe de vîrstă a oamenilor în viață.

Acum putem să abordăm o categorie de cuvinte ca „a vrea", „a permite", „a fi obligat", „interzis", „este decent", „este politicos". O persoană, căreia i se solicită ceva refuză: „Nu vreau să...". O persoană anunță că va face ceva folosind formula „Vreau să...". Două persoane își promit una alteia că vor face ceva, iar o a treia persoană constată că în consecință ele sînt „obligate" s-o facă. Un mincinos este „somat" să spună adevărul. Este „permis" să spui „Doresc să faceți asta", dar este mai politicos să spui „Pot să vă rog să faceți asta?".

Acest conflict între necesitate, datorie, voință, putere și posibilitate atinge punctul culminant la sfîrșitul capitolului despre comportamentul uman, cînd se organizează jocuri între actori. Jocurile se vor încheia cu „victoria" unuia dintre parteneri și „plata" unei amenzi de către celălalt. Ha și Hi joacă un joc aritmetic foarte simplu: pe rînd ei aleg un număr între 1 și 10. Toate numerele se adună. Cel ce trece de 100 cîștigă. Sau, Ha și Hi joacă un joc de noroc: simultan și independent unul de altul ei spun „unu" sau „doi". Dacă au ales același număr, cîștigă Ha. Dacă numerele diferă, cîștigător este Hi. În sfîrșit sînt jocurile pentru trei persoane: două din ele se pot uni împotriva celei de a treia, care va încerca să spargă alianța oferind avantaje unuia din aliați.

Deși tematica pe care o are conversația este în continuare dominată de matematică și comportamentul este prioritar rațional, totuși putem să explicăm fondul emoțional al comportamentului. Caracterul destul de complex al discuțiilor

Scanned with OKEN Scanner

acum posibile ar putea fi ilustrat printr-un exemplu care în limbajul comun sună după cum urmează. Ha îi comunică ceva lui Hi. Apoi își dă seama că Ho poate să fi auzit cele spuse. Ha îl întreabă pe Ho dacă a auzit, iar Ho răspunde afirmativ. Ha îl roagă pe Ho să fie atît de bun să nu țină minte cele spuse. Ho răspunde: „Am să încerc să uit, dar nu știu dacă pot, pentru că sînt multe lucruri pe care le uiți imediat, dar sînt și lucruri pe care le ții minte toată viața. Este mai ușor să uiți ceva ce nu vrei să uiți, decît să uiți ceva ce vrei să uiți".

Conceptele de Spațiu, Distanță și Mișcare

Capitolul al patrulea al *Lincos* se ocupă de mecanică, dar comportamentul uman joacă și aici un rol, chiar dacă pe alt plan. Așa cum au fost prezentate în capitolul al treilea, ființele umane aveau o singură dimensiune: timp. Nu exista spațiu în care să se poată mișca; nu s-a făcut nici o mențiune despre corpul lor. Actorii care vorbeau, care își exprimau și își impuneau voința, care jucau împreună și se înfruntau nu erau decît niște umbre vagi.

Primul concept nou în acest capitol este cel de „diferență de loc". Ha și Hi percep același eveniment în momente diferite, deci sînt în locuri diferite. Se definește distanța: distanța dintre Ha și Hi este proporțională cu întîrzierea cu care ajunge un mesaj de la Ha la Hi. Apoi se definește spațiul drept entitatea care cuprinde toate locurile și în care sînt date distanțele. După această introducere experimentală, spațiul și distanța pot fi definite în sens strict matematic cu ajutorul geometriei analitice. Recurgînd la ea se pot descrie prin formule figurile și corpurile geometrice. Desigur, primitorul mesajului încă nu cunoaște unitatea noastră de lungime. Singurele măsuri absolute pe care le putem indica deocamdată sînt lungimea medie și volumul mediu al unui om adult, iar în baza unor astfel de date nu se pot face decît evaluări aproximative ale unității noastre de lungime.

„Mișcarea" o prezentăm vorbind despre oameni și animale care se deplasează, redefinind-o curînd cu precizie matematică. Oamenii și animalele se pot mișca datorită propriei

Scanned with OKEN Scanner

voințe, lucrurile nu. Oamenii și animalele pot deplasa lucrurile odată cu ei și le pot depărta de ei, le pot purta și le pot arunca. Un interludiu amuzant ar fi trei oameni jucîndu-se cu mingea.

Un gen special de mișcare este cel al undelor și oscilațiilor. Există oscilații care se propagă cu o viteză uriașă, numite lumină (sau radio). Ajunși aici, putem indica viteza luminii, iar primitorul, care oarecum cunoaște unitatea noastră de timp, poate acum să traducă unitatea noastră de lungime în a lui comparînd datele noastre despre lumină cu cele din propria-i experiență. În continuare putem să comunicăm o formulă cuprinzînd lungimile de undă pe care emite atomul de hidrogen. Această formulă include constanta lui Rydberg, din care unitatea noastră de lungime poate fi dedusă cu o precizie mult mai mare.

Noțiunea următoare este cea de „masă". Vorbind despre două lucruri, un actor spune că unul din ele este mai greu de dus decît celălalt. Ele au același volum, așa că deosebirea o determină alt factor, masa. Apoi se vorbește despre o ciocnire și o explicăm prin legile clasice ale ciocnirii elastice. Din aceasta ascultătorul poate conchide ce înțelegem noi prin masă, deși unitatea noastră de masă îi este în continuare necunoscută. Putem apoi să descriem fenomene de „gravitație" și să enunțăm legea lui Newton. Comparînd-o cu legea „Newtonului" său, el va putea să calculeze unitatea noastră de masă. Acestea sînt noțiunile fundamentale de mecanică.

Am comunicat anterior că oamenii, animalele și lucrurile au o caracteristică pe care o putem numi corp și care se poate schimba în decursul timpului. Acum se poate indica masa medie a corpului omenesc. Apoi putem descrie unde și cum își începe existența corpul uman.

În continuare se pot face referiri la corpuri cu mase atît de mari încît ele trebuie să fie corpuri cerești: Soarele, planetele și stelele fixe cele mai apropiate. Se vor arăta masele, orbitele, vitezele etc. ale planetelor din sistemul nostru solar, iar apoi se poate preciza care din aceste corpuri este reședința umanității. Dacă vom trece apoi la schițarea unei hărți a zonei noastre din Univers, ascultătorul din afara sistemului nostru solar va avea posibilitatea să afle ungherul unde locuiește omenirea.

Scanned with OKEN Scanner

Acest al patrulea capitol se încheie cu o expunere a relativelor — o temă indispensabilă, deoarece altfel emisiunile noastre ar conține grave incoerențe. Capitolele următoare se vor ocupa de materie, geografie, anatomie și fiziologie, și, pentru a doua oară, de comportamentul uman.

Aceste capitole, însă, abia urmează să fie elaborate. Deocamdată, cele patru teme schițate aici sînt prezentate în amănunt în primul volum al *Lincos*.

Scanned with OKEN Scanner

F.H.C. CRICK, L.E. ORGEL

PANSPERMIE DIRIJATĂ*

În prezent pare improbabil ca organisme vii extraterestre să fi putut ajunge pe Pămînt, fie ca spori purtați de presiunea radiației dinspre altă stea, fie chiar ca organisme vii incorporate într-un meteorit. Ca o alternativă la aceste mecanisme imaginate în secolul al 19-lea am luat în considerare Panspermia Dirijată, teoria că organismele au fost deliberat trimise pe Pămînt de ființe inteligente de pe altă planetă. Conchidem că este posibil ca viața să fi ajuns pe Pămînt în acest mod, dar că probele de care dispune știința în prezent sînt inadecvate pentru a spune ceva în privința acestei probabilități. Totodată atragem atenția asupra genurilor de dovezi care ar aduce mai multă lumină în această problemă.

Introducere

Abia la jumătatea secolului al 19-lea s-a încheiat demonstrația lui Pasteur și Tyndall că generația spontanee nu se produce pe Pămînt în vremea noastră. Darwin și alți biologi au tras concluzia că viața trebuie să fi apărut aici cu foarte multă vreme în urmă, cînd condițiile erau mai favorabile. Alți oameni de știință au tras, însă, o concluzie cu totul diferită. Ei au presupus că dacă în zilele noastre viața nu apare din materia terestră nevie, se poate ca ea să n-o fi făcut niciodată. Prin urmare, au argumentat ei, viața a

* „Icarus", 19, 1973, p. 341–346

Scanned with OKEN Scanner

ajuns pe Pămînt ca o „contaminare" de la altă planetă (Oparin, 1957).

Arrhenius (1908) a sugerat că pe Pămînt au ajuns spori împinși de presiunea luminii emise de steaua centrală a altui sistem planetar. Teoria lui este cunoscută sub numele de Panspermie. Kelvin a formulat ideea că primele organisme au ajuns pe Pămînt într-un meteorit. Nici una din aceste teorii nu este absurdă, dar ambele pot fi supuse unor critici aspre. Sagan (Șklovski și Sagan, 1966; Sagan și Whitehall, 1973) a arătat că orice gen cunoscut de spor rezistent la radiații ar primi în cursul călătoriei lui de la un alt sistem solar și pînă pe Pămînt o doză de radiație atît de mare încît ar fi extrem de improbabil să rămînă viabil. Probabilitatea ca obiecte suficient de masive să evadeze dintr-un sistem solar și să ajungă pe o planetă a altuia se consideră a fi atît de mică, încît e greu de crezut ca măcar un singur meteorit de origine extrasolară să fi ajuns vreodată pe suprafața Pămîntului (Sagan, comunicare personală). S-ar putea ca aceste argumente să nu fie decisive, dar ele contrazic teoriile „infecțioase" despre apariția vieții propuse în secolul al 19-lea.

S-a susținut, de asemenea, că teoriile „infecțioase" despre apariția vieții terestre ar trebui să fie respinse deoarece ele nu fac altceva decît să transfere problema apariției pe o altă planetă. Acest punct de vedere este eronat; faptelor istorice trebuie să li se recunoască locul și importanța. Căci după cîte știm s-ar putea să existe alte tipuri de planete pe care apariția vieții să fie *ab initio* considerabil mai probabilă decît pe a noastră. De exemplu, o astfel de planetă ar putea să posede un mineral sau un compus de importanță catalitică crucială care este rar pe Pămînt. Este așadar important să știm dacă organismele primitive au apărut aici, sau au ajuns aici din altă parte. În articolul de față reexaminăm această problemă în lumina informației biologice și astronomice mai recente.

Cunoștințele noastre actuale despre Galaxie

Se estimează că sistemul galactic local are o vîrstă de 13×10^9 ani (vezi Metz, 1972). Dat fiind că stelele din prima generație s-au format din elemente ușoare, este improbabil

Scanned with OKEN Scanner

ca ele să fi fost însoțite de planete. Pe de altă parte, unele stele din generația a doua similare Soarelui trebuie să se fi format în decurs de 2×10^9 ani de la constituirea galaxiei (Blaauw și Schmidt, 1965). Astfel, este foarte probabil că planete de tip-Pămînt au existat încă cu $6{,}5 \times 10^9$ ani înainte de formarea sistemului nostru solar.

Știm că n-au trecut cu mult mai mult de 4×10^9 ani între apariția vieții pe Pămînt (indiferent de proveniența ei) și dezvoltarea societății noastre tehnologice. Timpul disponibil face cu putință, prin urmare, ca societăți tehnologice să fi existat undeva în Galaxie *încă înainte de formarea Pămîntului*. De aceea, ar trebui să luăm în considerare o nouă teorie „infecțioasă", și anume că o formă primitivă de viață a fost în mod deliberat răsădită pe Pămînt de o societate tehnologică înaintată de pe altă planetă.

Sînt oare multe planete care ar putea fi infectate cu oarecare șanse de succes? Se crede, deși dovezile sînt slabe și indirecte, că multe stele din Galaxie, cu dimensiuni similare Soarelui, au planete și că pe o bună parte din acestea temperaturile sînt adecvate pentru o formă de viață ca a noastră, bazată pe chimia carbonului și pe apă lichidă. Cercetări experimentale de producere a unor substanțe organice în condiții prebiotice par să indice probabilitatea că o bogată supă prebiotică se acumulează pe un mare număr din aceste planete de tip-Pămînt. Din nefericire, nu știm aproape nimic despre probabilitatea ca viața să se dezvolte în cursul a cîteva miliarde de ani într-o astfel de supă, fie pe Pămîntul nostru, fie pe alte planete de tip-Pămînt, în privința cărora știm și mai puțin.

Dacă probabilitatea ca viața să apară într-un mediu favorabil este mică, s-ar putea dovedi că sîntem, pare-se, singuri în Galaxie (Univers). Dacă probabilitatea este mare, s-ar putea ca în Galaxie să mișune multe forme de viață diferite. Deocamdată nu avem cum să știm care dintre aceste alternative este corectă. Sîntem astfel liberi să postulăm că în Galaxie au fost (și sînt) numeroase locuri unde viața ar putea să existe, dar că, pe cel puțin o parte din ele, după cîteva miliarde de ani, sistemele chimice nu au ajuns la auto-reproducere și la selecție naturală. Astfel de planete, dacă există, ar forma un excelent teren de înmulțire pentru microorganisme venite din exterior. De reținut că, întrucît

Scanned with OKEN Scanner

multe din aceste planete, dacă nu toate, ar avea o atmosferă reducătoare, ele nu ar fi foarte ospitaliere pentru forme superioare de viață de genul celor cunoscute pe Pămînt.

Propunerea noastră

Posibilitatea ca viața terestră să provină din activitatea deliberată a unei societăți extraterestre a fost deseori avută în vedere în literatura științifico-fantastică și, cu mai multă sau mai puțină dezinvoltură, în unele articole științifice. De exemplu, Gold (1960) a sugerat că s-ar putea ca noi să fi evoluat din microorganisme lăsate aici odinioară din neglijență de vizitatori de pe alte planete (de pildă, în gunoiul lor).

În articolul de față vrem să examinăm o formă foarte specifică de Panspermie Dirijată. Oare este posibil ca viața să fi început pe Pămînt ca rezultat al „infectării" cu microorganisme trimise aici deliberat de o societate tehnologică de pe altă planetă cu ajutorul unei nave cosmice speciale fără echipaj? Pentru a arăta că acest lucru nu este total neplauzibil vom folosi teorema deplinei reversibilități cosmice: dacă noi putem să infectăm o planetă extrasolară încă lipsită de viață, atunci, întrucît a existat timpul necesar, se poate foarte bine ca o altă societate tehnologică să fi infectat planeta noastră cînd ea mai era lipsită de viață.

Nava cosmică propusă

Nava cosmică ar transporta eșantioane mari dintr-un număr de microorganisme, fiecare avînd cerințe nutritive diferite dar simple, de exemplu alge verzi-albastre, care pot crește cu CO_2 și apă în „lumină solară". O încărcătură de 1000 kg ar putea să conțină 10 eșantioane avînd fiecare 10^{16} microorganisme, sau 100 de eșantioane fiecare cu 10^{15} microorganisme.

Nu va fi nevoie de o accelerare a navei pînă la viteze extrem de mari, deoarece momentul sosirii la destinație nu prezintă importanță. Raza galaxiei noastre este de aproximativ 10^5 ani lumină, astfel încît am putea să infectăm majoritatea planetelor din galaxie în 10^5 ani cu ajutorul unei

Scanned with OKEN Scanner

nave care se deplasează cu numai o miime din viteza luminii. Sînt cîteva mii de stele la o depărtare de pînă la 100 de ani lumină de Pămînt și ele ar putea să fie atinse în cam un milion de ani de o navă spațială care se deplasează cu o viteză de numai 100.000 km/h, sau în 10.000 de ani dacă ar fi posibilă o viteză de 0,01 din viteza luminii.

Tehnologia necesară pentru efectuarea unui astfel de act de poluare interstelară nu este disponibilă în prezent. Pare, totuși, probabil că perfecționarea tehnicii astronomice va permite localizarea unor planete extrasolare în cîteva decenii. La fel, problema trimiterii de nave cosmice spre alte stele cu viteze mici față de viteza luminii, n-ar trebui să fie de nerezolvat cînd vor exista motoare nucleare operaționale. Și acest lucru este probabil să se întîmple în doar cîteva decenii. Problema cea mai dificilă o vor constitui duratele lungi de zbor; nu este clar cît va mai trece pînă vom construi componente care să supraviețuiască în spațiu mii sau milioane de ani.

Deși există unele probleme tehnologice legate de ajungerea microorganismelor la destinație într-o formă viabilă după o călătorie îndelungată prin spațiul cosmic, nici una dintre ele nu pare insurmontabilă. În cursul călătoriei se poate asigura o protecție împotriva radiațiilor. O ambalare corespunzătoare trebuie să asigure că eșantioane mici cuprinzînd cîteva organisme viabile vor fi împrăștiate pe suprafețe mari. Problema duratei de supraviețuire a microorganismelor, și în special a sporilor de bacterii, într-o navă cosmică a fost abordată de o manieră preliminară de Sneath (1962). El conchide „că viața ar putea fi conservată pe perioade mai mari de 1 milion de ani dacă este protejată într-un mod adecvat și menținută la temperaturi apropiate de zero absolut". Sagan (1960) a prezentat o evaluare comparativă a efectelor distructive ale radiațiilor. Conchidem că în viitorul previzibil am putea, dacă am vrea, să infectăm o altă planetă și că, deci, posibilitatea ca planeta noastră să fi fost infectată nu iese din discuție.

De fapt putem merge și mai departe. S-ar putea ca în viitor să fie posibil să se trimită oameni sau șoareci sau instrumente complicate pe planetele altor sisteme solare (cum se întîmplă deseori în literatura științifico-fantastică), dar o rachetă purtînd microorganisme va avea întotdeauna o rază de acțiune mai mare și va fi mai avantajoasă dacă sin-

Scanned with OKEN Scanner

gurul scop este de a răspîndi viața. Acest lucru e adevărat din mai multe motive. Condițiile de pe multe planete par să favorizeze mai degrabă microorganisme decît organisme superioare. Date fiind dimensiunile lor extrem de mici, se poate transporta un număr imens de microorganisme, putîndu-se accepta un procent mai mare de pierdere. Capacitatea microorganismelor de a supraviețui, fără un echipament special, atît depozitării foarte îndelungate la temperaturi joase cît și unei reveniri bruște la temperaturi apropiate de cea a camerei constituie, de asemenea, un mare avantaj. Oricît de mare este gama infectării posibile cu alte organisme, microorganismele se pot trimite aproape sigur mai departe, și, probabil, mult mai departe.

Trebuie reținut că majoritatea celor mai vechi „fosile" recunoscute pînă acum sînt oarecum similare actualelor noastre bacterii sau algelor verzi-albastre. Ele apar în straturi de diferite tipuri și vîrsta lor este apreciată pînă la 3×10^9 ani. Acest lucru face improbabil ca Pămîntul să fi fost vreodată infectat numai cu organisme superioare.

Motivație

În continuare, trebuie să ne întrebăm ce motive am avea să poluăm alte planete. Întrucît nu am avea nici un avantaj direct de pe urma unui astfel de program, este de presupus că el ar fi realizat fie ca o demonstrație de capacitate tehnologică, fie, mai probabil, dintr-un fel de zel misionar.

Pare improbabil că vom trimite deliberat organisme terestre pe planete care bănuim că ar putea fi deja locuite. Ținînd însă seama de situația precară de pe Pămînt, s-ar putea prea bine să fim tentați să infectăm alte planete dacă ajungem la convingerea că sîntem singuri în Galaxie (Univers)*. După cum am explicat deja, pentru moment nu putem explica probabilitatea acestei variante. Ipoteticii trimițători pe o altă planetă vor fi reușit poate să demonstreze că ei sînt singuri și vor rămîne așa, sau să fi ajuns la această concluzie din greșeală. Indiferent de caz, dacă ne seamănă sub raport psihologic, motivația lor pentru poluarea Gala-

* Într-un context oarecum diferit, însămînțarea lui Venus și a altor planete solare a fost sugerată de C. Sagan (1961), și de T. Gold (comunicare personală).

Scanned with OKEN Scanner

xiei ar fi puternică dacă ar crede că tuturor sau măcar majorității planetelor li se poate da viață prin Panspermia Dirijată.

Psihologia societăților extraterestre nu este înțeleasă mai bine decît psihologia terestră. Este întru totul posibil ca societățile extraterestre să infecteze alte planete din motive absolut diferite de cele sugerate de noi. Pe de altă parte, s-ar putea ca ei să fie mai puțin tentați decît noi, să o facă, chiar dacă s-au gîndit că sînt singuri. Argumentele prezentate mai sus, împreună cu principiul reversibilității cosmice, demonstrează posibilitatea ca Pămîntul să fi fost infectat, dar nu ne permit să evaluăm probabilitatea.

Dovezi biologice posibile

Teoriile „infecțioase" despre apariția vieții pe Pămînt ar fi luate mai în serios dacă ar explica aspecte ale biochimiei sau biologiei altfel greu de înțeles. Noi nu dispunem de nici un fel de argumente puternice de acest gen, dar sînt două fapte care, deși nu sar în ochi, ar putea fi relevante.

Compoziția chimică a organismelor vii trebuie să reflecte în oarecare măsură compoziția mediului în care au apărut. Astfel, prezența în organismele vii a unor elemente care sînt extrem de rare pe Pămînt ar putea să indice că viața este de origine extraterestră. Molibdenul este un oligoelement rar care joacă un rol important în numeroase reacții enzimatice, pe cînd cromul și nichelul sînt comparativ neînsemnate în biochimie. Prezența cromului, nichelului și molibdenului pe Pămînt este de, respectiv, 0,20%, 3,16% și 0,02%. Nu putem conchide nimic din acest unic exemplu, deoarece s-ar putea ca molibdenul să fie de neînlocuit în unele reacții esențiale — fixarea azotului, de pildă. Totuși, dacă s-ar putea demonstra că elementele prezente în organismele vii terestre corespund celor care sînt abundente în unele clase de stele — stele cu molibden, de exemplu — poate că vom privi cu mai multă simpatie teoriile „infecțioase".

Cel de-al doilea exemplu al nostru îl oferă codul genetic. Se pot sugera mai multe explicații corecte ale universalității codului genetic, dar nici una nu este general acceptată ca total convingătoare. Este oarecum surprinzător că nu coe-

Scanned with OKEN Scanner

xistă organisme cu coduri oarecum diferite. Universalitatea codului decurge în mod natural dintr-o teorie „infecțioasă" a apariției vieții. Viața de pe Pămînt ar reprezenta o clonă obținută dintr-un singur organism extraterestru. Chiar dacă în locul inițial unde a apărut viața erau prezente mai multe coduri, se poate ca unul singur să fi acționat în organismele folosite pentru infectarea Pămîntului.

Concluzii

Rezumînd, a trecut destul timp pentru ca societatea tehnologică să fi apărut de două ori, succesiv. Locurile din Galaxie unde ar putea începe viața, dacă ar fi însămînțată, sînt probabil foarte numeroase. Putem prevedea că noi înșine vom fi în stare să construim rachete destul de puternice care să poată transporta la distanța dorită o sarcină utilă viabilă (dacă se folosesc microorganisme). Astfel, ideea Panspermiei Dirijate nu poate fi deocamdată respinsă prin nici o argumentare directă. Ea este radical diferită de ideea că viața a început aici *ab initio* fără infecție din altă parte. Avem, așadar, două teorii strict diferite despre apariția vieții pe Pămînt. Putem alege între ele?

Pentru moment se pare că dovezile experimentale sînt prea slabe pentru a face această deosebire. Este greu să te sustragi unor idei preconcepute personale, dar astfel de idei nu prea au un suport științific considerabil. De aceea, important este să se continue studierea ambelor teorii. Cercetările legate de presupusa origine terestră a vieții progresează în numeroase laboratoare. Cît privește Panspermia Dirijată, putem sugera cîteva direcții diferite de cercetare.

Argumentele, pe care le-am folosit aici sînt, necesarmente, oarecum sumare. Astfel, proiectul detaliat al unei rachete cosmice pentru distanțe foarte lungi ar merita un studiu de fezabilitate întocmit cu grijă. Nava cosmică trebuie să fie în mod clar capabilă să ajungă la steaua țintă, deoarece dacă un obiect este trimis cu o viteză apreciabilă în spațiul cosmic într-o direcție întîmplătoare, în aproape toate cazurile el va străbate de-a dreptul Galaxia și o va părăsi în direcția opusă. Probabil va fi nevoie de o decelerare la apropierea de stea, pentru a asigura livrarea în bune condiții a încărcăturii. Trebuie să se facă pachete cu microorganisme și ele să fie dispersate astfel încît să reziste la intrarea cu o mare viteză

Scanned with OKEN Scanner

în atmosfera planetei, și totodată să se poată dizolva în oceane. Se pot face numeroase studii utile de fezabilitate pentru aspectele inginerești implicate.

În ceea ce privește latura biologică, nu avem informații precise despre longevitatea microorganismelor ținute la temperaturi foarte joase în timpul călătoriei prin spațiul cosmic cu viteze relativ mari. Prezumtiv, racheta se va deplasa cea mai mare parte din timp cu motoarele oprite, astfel că temperatura adecvată s-ar putea să fie aproximativ cea a spațiului exterior. Cît de mare este pericolul radiației, dacă există un grad anumit de protecție? Cîte tipuri diferite de organisme trebuie să fie trimise și care anume trebuie să fie ele? Trebuie să fie toate capabile de fixarea azotului și fotosinteză? Deși după experiențele de pionierat ale lui Miller s-au produs artificial în laborator numeroase „supe", deocamdată nu știm să se fi făcut un studiu atent pentru a stabili care din organismele actuale ar crește bine în ele în condițiile inițiale de pe Pămînt.

Totodată ar trebui să se studieze cu grijă organisme actuale pentru a vedea dacă mai au vreo urmă a originii extraterestre. Am menționat deja uniformitatea codului genetic și proporția anormală de molibden. Aceste fapte reprezintă foarte puțin în sine, dar, așa cum am mai spus, pot exista aspecte nebănuite, care, considerate împreună, s-ar putea să ne indice un tip special de planetă drept lăcaș al strămoșilor noștri. Aceste investigații nu sînt minore, deoarece, eventualul lor succes ne-ar duce la altele, care ne-ar privi mai îndeaproape. Oare mai sînt trimițătorii sau descendenții lor în viață? Sau au fost pericolele a 4 miliarde de ani prea multe pentru ei? Oare steaua lor s-a încălzit implacabil și i-a prăjit, sau au reușit să colonizeze un alt sistem solar cu ajutorul unei nave cosmice de mică distanță? S-or fi distrus singuri, prin agresivitate sau pasivitate? Dificultățile de a plasa o formă de viață pe alt sistem planetar sînt atît de mari încît este improbabil să fim singurii lor descendenți.

Se poate prezuma că au făcut multe încercări de a infecta Galaxia. Dacă bătaia rachetelor lor era mică, s-ar putea să avem veri în sisteme planetare nu prea depărtate. Poate că galaxia este lipsită de viață cu excepția unui sat, noi fiind unul dintre locuitori.

Se mai cere subliniat un aspect. Avem convingerea fermă că în prezent nu trebuie să riscăm în nici un fel de con-

Scanned with OKEN Scanner

diții infectarea altor planete. Ar fi înțelept să așteptăm pînă vom ști mult mai mult despre probabilitatea dezvoltării vieții pe planete extrasolare înainte de a permite evadarea unor organisme terestre din sistemul solar.

NOTE

Arrhenius, S. (1908). *Worlds in the Making*. Harper and Row, New York.

Blaauw, A., Schmidt, M. (1965). *Galactic Structure*, University of Chicago Press, Chicago.

Gold, T. (May 1960). *Cosmic Garbage*, „Air Force and Space Digest" p. 65

Metz, W.D. (1972). Relatarea unei cuvîntări ținute de Allan Sandage. „Science" 178, 600.

Oparin, A.I. (1957) *The Origins of Life on Earth*. Academic Press, New York, New York (prezintă o analiză generală a Panspermiei)

Sagan, C. (1960) *Biological Contamination of the Moon*. Proc. „Nat. Acad. Sci." 46, 396

Sagan, C. (1961). *The Planet Venus*. „Science" 133, 849.

Sagan, C., Whitehall, L. (1973). „Icarus"

Shklovskii, I.S., Sagan, C. (1966, 1967). *Intelligent Life in the Universe*, Holden-Day, San Francisco and Dell Publishing Co. New York.

Sneath, P.H.A. (1962) *Longevity of microorganisms*. „Nature" (London) 195, 643.

Scanned with OKEN Scanner

B. M. OLIVER

PROXIMITATEA CIVILIZAȚIILOR GALACTICE*

O comunitate galactică de civilizații planetare care interacționează poate să fi apărut în moduri diferite, dar un scenariu plauzibil este că la început comunicația s-a stabilit între civilizații care din întîmplare erau mai apropiate între ele și apoi s-a răspîndit din aceste centre. De aceea, prezintă un interes considerabil să estimăm cîte civilizații inteligente au existat în proximitate. Evident că aceasta depinde de timp.

Demografie galactică

Procedura convențională pentru estimarea numărului de civilizații dezvoltate din Galaxie este de a presupune (în mod pesimist) că viața la acest nivel necesită condiții similare, în limite rezonabile, celor de pe Pămînt. Astfel problema se reduce la a estima din datele astronomice numărul de „Pămînturi bune"; din datele biologice — probabilitatea ca, fiind dat un „Pămînt bun", viața să apară și să evolueze; din datele sociologice — probabilitatea ajungerii la tehnologie; iar din date puține sau inexistente — durata societăților tehnologice. Întrucît subiectul a fost dezbătut pe larg în literatura de specialitate[1], ne vom limita aici la o expunere

* „Icarus", 25, 1975, p. 360–367.

[1] Vezi, de exemplu, culegerile de articole editate de Cameron (1963) și de Ponnamperuma și Cameron (1974), volumul îngrijit de Sagan (1973) și cărțile lui Șklovski, Sagan (1966) și Dole (1970).

Scanned with OKEN Scanner

sumară a lui. Se presupune că planete de tip-Pămînt există numai în jurul unor stele din Populația I, deoarece numai ele pot să fi avut cantități suficiente de elemente grele. Deși exploziile de supernove au sporit în continuare disponibilul de elemente grele din mediul interstelar, cele mai bătrîne stele din Populația I au și ele vîrsta estimată a Galaxiei ($\sim 10^{10}$ ani). Acest lucru sugerează că în stelele gigante din Populația II au avut loc uriașe procese de fuziune nucleară înainte de restrîngerea Galaxiei la forma ei actuală. Studiile lui Schmidt (1959, 1963) arată că rata formării stelelor atinge o valoare cam între puterea 1 și puterea 2 a densității gazului interstelar și că de aceea ea a fost ridicată în perioada de tinerețe a Galaxiei și este mai mică acum, rata actuală fiind de aproximativ o treime din rata medie pînă în prezent. Numărul actual al stelelor din Populația I este $\sim 2\times10^{11}$. Prin urmare ne putem aștepta la o curbă a înmulțirii stelelor din Populația I nu prea diferită de cea marcată prin N_* în Fig. 1.

Nu toate stelele din Populația I sînt adecvate biologiei. Stelele mai masive decît stelele F au o existență prea scurtă pentru producerea unei evoluții de tip Darwin-Wallace (dacă evoluția de pe Pămînt este tipică), în timp ce stelele M au o luminozitate atît de mică încît planetele, pentru a avea suficientă căldură, ar fi atît de apropiate, încît cuplul mareelor le-ar sincroniza rotația. Stelele de după seria principală nu au acum viață pe ele, dar se poate ca numeroase pitice albe și gigante să fi încălzit odinioară rase de ființe inteligente. Aproximativ un sfert din toate stelele sînt stele F, G, K din seria principală. Dintre ele 15 % sînt stele singulare. Astfel, considerăm că fracțiunea celor ce au fost (sau sînt) „sori buni" este $f_g \approx 4\times10^{-2}$.

Astăzi se acceptă că majoritatea stelelor au sisteme planetare, încît vom considera că fracțiunea celor cu planete este $f_p \sim 1$. Numărul de planete per sistem planetar aflate în ecosfera stelară este și el de ordinul unității, dar nu toate vor avea mărimea potrivită pentru degajarea unei atmosfere. Dintre planetele de tip-Pămînt din sistemul solar numai Pămîntul și Venus au făcut acest lucru în măsură suficientă. Mercur și Luna nu au făcut-o, iar Marte este un caz limită. În consecință vom considera un număr de „pămînturi" bune per sistem planetar de $10^{-1} < n_e < 1$.

Scanned with OKEN Scanner

Dintre cercetătorii care se ocupă de originea vieții, un mare număr, dar în nici un caz toți, au convingerea că, dat fiind un „pământ bun", aproape sigur va apărea viață. Ca urmare vom considera că, din totalul „pământurilor"

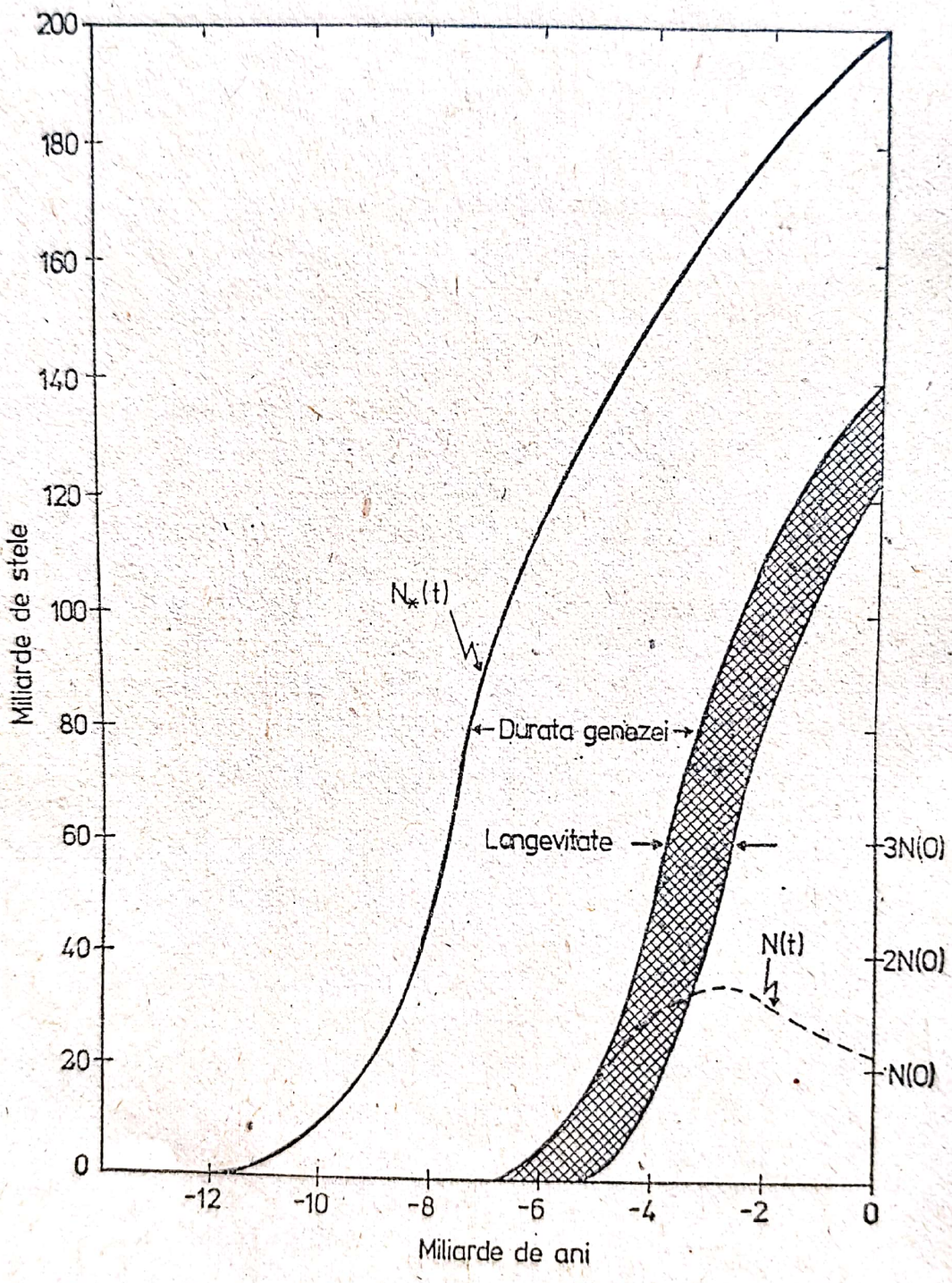


Fig. 1. Înmulțirea Populației stelare I în Galaxie. Numărul de civilizații care coexistă în orice moment este proporțional cu diferența dintre numărul de astfel de stele suficient de bătrîne ca viața să fi evoluat și numărul celor atît de bătrîne încît viața a pierit. Această diferență ne-o dă înălțimea benzii haşurate.

Scanned with OKEN Scanner

bune, fracțiunea celor pe care apare viață este $f_l \sim 1$. La fel vom presupune că inteligența este într-atît de favorizată în selecția naturală, încît, din totalul începuturilor de viață, fracțiunea celor care ajung să producă o specie inteligentă este $f_i \sim 1$.

În ceea ce ne privește, tehnologia a început cu încercări de a ne îmbunătăți mediul ambiant și șansele de supraviețuire. Armele de piatră, focul, adăpostirea, îmbrăcatul, agricultura, toate au fost prime triumfuri tehnologice. Tehnologia a fost propulsată de știință, care, în ultimă analiză, este rezultatul curiozității intelectuale. Dar că această curiozitate este sau nu un aspect inevitabil al inteligenței, este discutabil. Alți factori pot acționa împotriva tehnologiei: de exemplu, un mediu marin ori absența de metale sau combustibili fosili. Vom accepta că, din totalul speciilor inteligente, fracțiunea celor care pînă la urmă ajung să dezvolte o tehnologie capabilă să asigure contactul interstelar este dată de $10^{-1} < f_t < 1$. Dacă admitem

$$s = f_g n_e f_l f_i f_t \qquad (1)$$

drept produsul tuturor acestor factori de selectivitate, atunci, conform supozițiilor de mai sus $4 \times 10^{-4} < s < 4 \times 10^{-2}$, cu o valoare probabilă $s \sim 4 \times 10^{-3}$. Alte estimări (Sagan, 1973) gravitează în jur de $s \sim 10^{-2}$.

Fie G durata medie a genezei și L longevitatea medie a civilizațiilor tehnologice avansate. Dacă aceste mărimi ar fi constante pentru toate culturile, atunci numărul civilizațiilor evoluate ar fi proporțional cu $N_*(t-G)$, iar numărul celor care au evoluat și au pierit ar fi proporțional cu $N_*(t-G-L)$. Aceste două curbe sînt limitele din stînga și dreapta ale benzii hașurate din Fig. 1 (p. 166) și nu sînt altceva decît curba $N_*(t)$ deplasată spre dreapta cu timpul G și cu timpul $G+L$. Urmează că numărul civilizațiilor coexistente în orice moment t va fi

$$N(t) = s\,[N_*(t-G) - N^*(t-G-L)] \qquad (2)$$

Aproape sigur G și L nu sînt constante, ci diferă de la civilizație la civilizație. Aceasta înseamnă că în cazul lui $N_*(t-G)$ se impune convoluția cu distribuția lui G, iar în cazul lui $N_*(t-G-L)$ convoluția cu distribuțiile lui G și L, înainte de introducerea diferențelor lor în (2) cum a propus Kreifeldt (1971). Efectul ar fi aplatizarea curbei pentru $N_*(t)$,

Scanned with OKEN Scanner

coborîndu-i maxima și extinzînd-o în timp fără a afecta sensibil aria înscrisă. Dar deocamdată vom ignora această precizare.

Exceptînd cazul cînd L este într-adevăr foarte lung ($\gtrsim 10^9$ ani), diferența din (2) poate fi înlocuită cu diferențiala, obținînd

$$N(t) = R_*(t-\tau)\, sL, \tag{3}$$

unde $\tau = G + L/2$, iar $R_* = aN_*/dt$ este rata formării stelelor. Ecuația (3) este în esență formula introdusă de Drake în 1961.

Dacă admitem $F = sR_*(-\tau)$, numărul actual de civilizații galactice este

$$N(0) = FL \tag{4}$$

Presupunînd că durata genezei vieții inteligente pe Pămînt este tipică, luăm τ egal cu 5 miliarde de ani și găsim $R_*(-\tau) = 20$ ani^{-1}. Cu valoarea estimată de noi a lui s obținem

$$F \sim 0{,}07. \tag{5}$$

Din considerente de comoditate îl vom scrie pe $N(t)$ în termenii populației actuale $N(0)$ sub forma

$$N(t) = FLf(t), \tag{6}$$

unde

$$f(t) = R_*(t-\tau)/R_*(-\tau). \tag{7}$$

Formele aproximative a lui $N(t)$ și $f(t)$ sînt date de curba punctată din Fig. 1.

Depărtarea medie

Dacă admitem $P = N/N_*$ drept probabilitatea ca o anumită stea, luată la întîmplare, să aibă în prezent o civilizație avansată, atunci probabilitatea ca ea să nu o aibă este $(1-p)$, iar probabilitatea ca n stele luate întîmplător să nu o aibă este $(1-p)^n$. Astfel probabilitatea ca cel puțin una din n stele să fie soarele unei alte civilizații avansate este

$$P = 1 - (1-p)^n. \tag{8}$$

Scanned with OKEN Scanner

Pentru $p \ll 1$,

$$P \simeq 1 - e^{-np}. \qquad (9)$$

Depărtarea medie dintre civilizații este distanța necesară cuprinderii numărului de stele suficient pentru ca $np=1$. Luînd în considerare densitatea numerică reală a stelelor F, G și K din seria principală aflate în vecinătatea Soarelui și de scăderea densității odată cu distanța de la planul median al Galaxiei, obținem liniile continue din Fig. 2. Liniile întrerupte indică numărul de schimburi de mesaje radio dus-întors care pot avea loc în intervalul temporal L.

Este clar că pentru $L \lesssim 3000$ ani comunicația stelară, dacă ar exista, ar fi unilaterală. Dacă, însă, longevitatea civilizațiilor este foarte mare, pot avea loc foarte multe schimburi de mesaje. De-a lungul mileniilor ele ar modifica profund știința, filozofia și destinele raselor aflate în contact. S-ar putea, așa cum a sugerat von Hoerner (1961), ca această convorbire prelungită să stimuleze o mare longevitate.

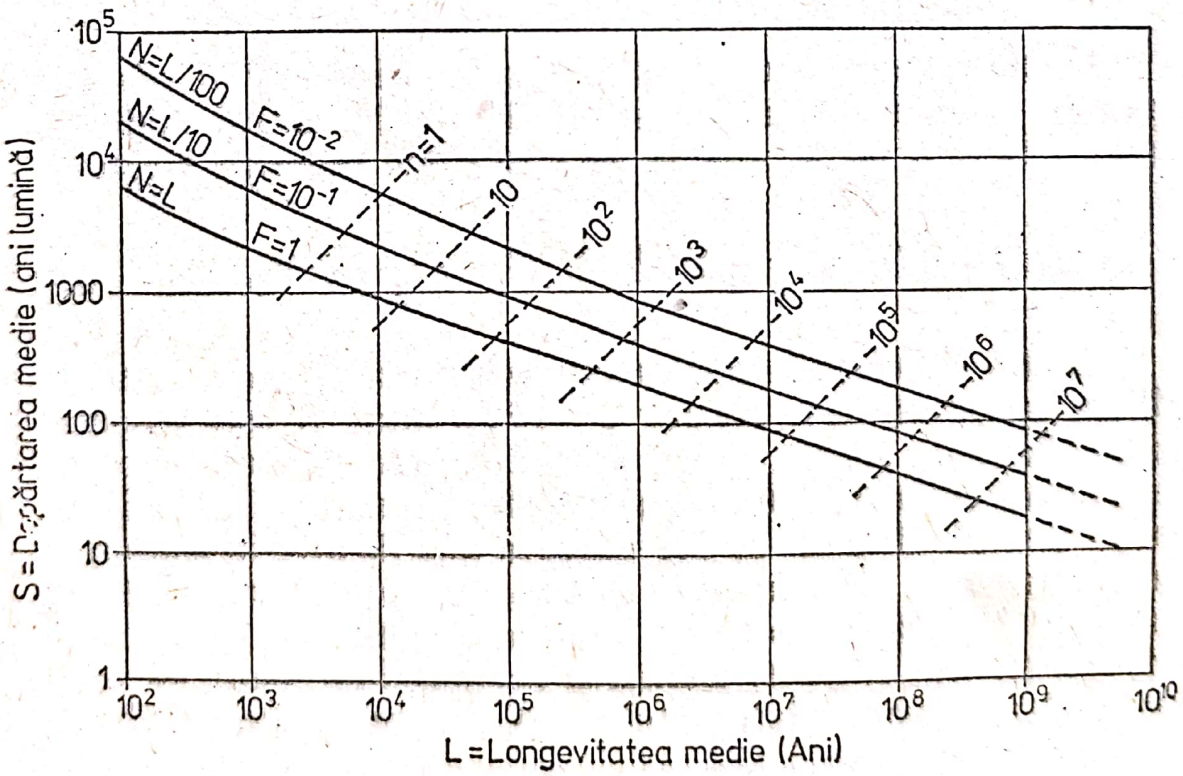


Fig. 2. Raportul între depărtarea medie și longevitatea medie. Estimările actuale sînt că N este de ordinul $L/10$. Liniile întrerupte indică numărul de schimburi bilaterale posibil cu viteza luminii.

Scanned with OKEN Scanner

Probabil că mai aproape de centrul Galaxiei există regiuni unde densitățile stelare sînt de 10 — 30 de ori mai mari decît în vecinătatea Soarelui. Civilizațiile de acolo, propunîndu-și căutarea vieții interstelare, vor evalua depărtările medii cam între jumătate și o treime din estimările noastre și vor proiecta antene cu o suprafață de 4—10 ori mai mică decît noi. Este foarte probabil ca tocmai în aceste regiuni dense să fi început (de mult) comunicația interstelară.

Civilizații vecine

Să estimăm acum cîte civilizații au fost vecine apropiate de-a lungul istoriei Galaxiei. Pentru moment vom ignora variația densității stelare și vom presupune că cele N civilizații au o distribuție uniformă, dar aleatorie, în volumul $V_g \approx 2 \times 10^{13}$ al^3 al Galaxiei (al=ani lumină). Densitatea medie este atunci $\rho = N/V_g$ iar probabilitatea de a găsi o altă civilizație într-un volum V din jurul unei civilizații date este

$$P = 1 - e^{-\rho V} \tag{10}$$

Pentru $\rho V \ll 1$, $P \approx \rho V$ și putem considera V o sferă cu raza R. Numărul total, n, de civilizații înăuntrul unei distanțe (mici) R de la una la alta în orice moment t este

$$n(R,t) = NP = \frac{4}{3}\pi R^3 N^2(t)/V_g = \frac{4}{3}\pi R^3 V_g \rho^2(t). \tag{11}$$

Viteza dispersării stelelor este $\sim 10^{-4}c$. Durata unei întîlniri apropiate este așadar $T \sim 10^4 R$, unde R este măsurat în ani-lumină. Dacă $L \ll T$, atunci pentru fiecare generație de culturi simultane Galaxia este încremenită. Dacă $L > T$, multe perechi de stele se vor depărta una de alta în timpul L, iar un număr similar vor ajunge în proximitate. Acest amestec nu poate decît să sporească numărul de întîlniri apropiate. Ca urmare, numărul civilizațiilor care au fost, de cînd a început viața inteligentă, în proximitatea altora, este de cel puțin

$$\nu(R) = \frac{1}{L}\int n(R,t)dt, \tag{12}$$

Scanned with OKEN Scanner

ceea ce în termenii variabilelor noastre anterioare poate fi exprimat în cîteva forme echivalente:

$$\nu(R) = \frac{4}{3}\pi R^3 (1/V_g L) \int N^2(t)dt, \tag{13a}$$

$$= \frac{4}{3}\pi R^3 (V_g/L) \int \rho^2(t)dt, \tag{13b}$$

$$= \frac{4}{3}\pi R^3 (F^2 L/V_g) \int\int f^2(t)dt. \tag{13c}$$

Din integrala pătratului curbei marcate prin linia întreruptă în Fig. 1 estimăm integrala din (13c) la $\approx 10^{10}$, obținînd astfel

$$\nu(R) \approx 2 \times 10^{-3} F^2 L R^3. \tag{14}$$

Introducînd estimarea noastră anterioară a lui $\bar{F} \sim 0{,}07$, aceasta devine

$$\nu(R) \sim 10^{-5} L R^3. \tag{15}$$

Dispersiile în G și L, pe care nu le-am luat în considerare, vor tinde să coboare maxima lui $f(t)$ și astfel să reducă $\int f^2(t)dt$ chiar dacă $\int f(t)dt$ ar fi neschimbat. Pe de altă parte, omiterea de către noi a marilor variații ale densității stelare înseamnă că ν trebuie mărit cu factorul $\rho_*^2/(\rho_*)^2$. De aceea bănuim că valoarea lui ν dată de (14) și (15) este conservatoare.

Stele multiple

Deși se obișnuiește să se elimine componentele stelelor multiple din evidența „sorilor buni", cum am făcut-o și noi în paragrafele anterioare, nu este deloc clar că acest lucru ar fi necesar. Argumentele invocate de obicei sînt următoarele:

1. Cea mai mare parte a momentului unghiular al norului inițial de gaz în stare de colaps a trecut în mișcarea orbitală a stelelor, partea rămasă la componentele protostelei fiind prea mică pentru a asigura formarea de planete.

2. În sistemele de stele multiple orbitele planetelor par să fie instabile.

Scanned with OKEN Scanner

Nici una dintre aceste obiecții nu este în mod necesar adevărată. Este foarte probabil că sistemele multiple se formează dintr-un glob de gaz suficient de mare pentru a forma o stea singulară cu masa totală a sistemului multiplu, dar cu un moment unghiular și o turbulență *prea mari* pentru a o permite. Acest exces poate fi folosit numai prin generarea unor protostele multiple. În plus, momentul unghiular al planetelor de tip-Pămînt din sistemul solar este de numai 0,16% din total. O protostea poate să aibă un moment unghiular mult mai mic decît sistemul solar și totuși să formeze planete de tip-Pămînt, acesta fiind lucrul care ne interesează. Ca urmare înclinăm să luăm $f_p \sim 1$ chiar și pentru stelele multiple.

În sistemele duble sînt posibile orbite stabile în jurul ambelor componente la distanțe de 2,5 ori mai mari decît depărtarea dintre acestea (Dole, 1970). Cazul prezintă însă probabil puțin interes, deoarece fie planeta nu va fi în ecosferă, fie componentele vor fi atît de apropiate una de alta încît să se ridice probleme serioase privind stabilitatea radiației lor. Orbite stabile sînt posibile atît în jurul componentei mai mari la raza de un sfert — o jumătate din depărtarea între componente, cît și în jurul componentei mai mici la raze de zero — un sfert din depărtare, în funcție de raportul maselor. În cazul unor mase stelare aproape egale se aplică valoarea de 1/2.

Dacă-l considerăm pe Jupiter un companion întunecat al Soarelui, atunci planetele exterioare orbitează în jurul ambelor componente, în timp ce planetele de tip-Pămînt și respectiv sateliții lui Jupiter reprezintă planete împrejurul fiecărei componente în parte. Astfel, chiar sistemul solar prezintă ambele clase de orbite stabile.

În sistemele de stele multiple mișcările sînt destul de complicate, dar în toate sistemele în care componentele rămîn bine separate sînt cu certitudine posibile orbite stabile apropiate de fiecare componentă.

La aproape jumătate din sistemele duble observate depărtarea (axa principală) este de 60UA sau mai mult (Allen, 1973). Chiar în cazul unor mari excentricități ale orbitei stelare ele pot avea orbite planetare stabile la pînă 2UA în jurul fiecărei componente. Dacă luăm f_m drept fracțiunea, din sistemele cu multiplicitate m, a celor cu componente suficient de depărtate între ele pentru a avea orbite stabile în jurul fiecăreia, atunci $f_2 > 1/2$. Nu vom greși mult consi-

Scanned with OKEN Scanner

dérînd că toate sistemele mai complexe sînt triple și luînd $f_3 = 1/3$.

Tabelul 1 prezintă calculele lui Allen (1973) pentru 100 de sisteme stelare. La sistemele cu multiplicitate mai mare de 2, numărul mediu de componente este $81/23 = 3{,}5$.

TABEL 1

Tipul sistemului	Număr de sisteme	Număr de componente
Singular	30	30
Dublu	47	94
Multiplu	23	81
TOTAL	100	205

În baza supoziției noastre pentru f_m rezultă că ar trebui să ne putem mări evidența de „sori buni" cu 100/30 sau de 3,3 ori. Consecința directă este de a-l mări pe N în aceeași proporție, obținînd

$$N \sim L/4. \tag{16}$$

Întrucît numărul de proximități variază ca N^2, ν va crește cu un ordin de mărime, dînd

$$\nu \sim 10^{-4} LR^3. \tag{17}$$

Civilizații gemene

Componentele unui sistem de stele multiple sînt stele de aproape aceeași vîrstă. Acest lucru tinde să sincronizeze întrucîtva apariția civilizațiilor într-un sistem cu doi „sori" buni și două „pămînturi" bune. Fără a presupune vreo corelație între tipurile spectrale ale componentelor sistemelor aflate la distanțe mari între ele, putem exprima numărul total de astfel de civilizații gemene care au coexistat pînă în prezent ca fiind

$$\nu_t = \sum_{m} \frac{m!}{(m-2)!}\, s^2(1-s)^{m-2} N_{m*}\, f_m f_s, \tag{18}$$

unde $m \geqslant 2$ este multiplicitatea, N_{m*} = numărul de sisteme stelare cu multiplicitate m care au existat în urmă cu durata medie a unei geneze, s = produsul factorilor de selectivitate, f_m = fracțiunea, din totalul sistemelor multiple, a celor care au componente mult depărtate între ele, și f_s = fracțiunea, din totalul civilizațiilor, a celor coexistente. Coeficientul $m!/(m-2)!$ este dublul pătratului numărului de combinări a m obiecte luate cîte două; dublul, deoarece fiecare combinare implică două civilizații. Este posibil desigur să existe civilizații triple sau n-tuple, dar probabilitatea este foarte mică.

Folosind supozițiile noastre anterioare pentru f_m și luînd toate sistemele cu multiplicitate mare ca sisteme triple, (18) devine

$$\nu_t \approx (N_{2*} + 2N_{m*})\, s^2 f_s, \tag{19}$$

unde am neglijat factorul $(1-s)^{m-2}$ deoarece $s \ll 1$. Luînd din nou 5×10^9 ani ca durată medie a genezei, găsim din Fig.1 (p. 166) că $N_* \approx 1{,}4 \times 10^{11}$. Din 205 stele, 47 sînt sisteme duble și 23 sisteme multiple, astfel încît $N_{2*} \approx 3{,}2 \times 10^{10}$ și $N_{m*} \approx 1{,}6 \times 10^{10}$. În vecinătatea solară 25% din totalul stelelor sînt stele F, G și K din seria principală. Admițînd că această proporție se menține la sistemele multiple cu împrăștiere mai mare[2], introducem $f_g = 1/4$ în s, lăsînd factorii de selectivitate nemodificați, și obținem $s \sim 2{,}5 \times 10^{-2}$ Făcînd aceste înlocuiri în (19), obținem

$$\nu_t \sim 4 \times 10^7 f_s. \tag{20}$$

Să admitem acum că durata genezei are o distribuție normală cu o abatere standard σ în jurul unei valori medii G. Atunci

$$p(G) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}}\sigma}\, e^{-(G-\bar{G})^2/2\sigma^2}, \tag{21}$$

este funcția probabilistă a densității. Dacă $L \ll \sigma$ putem scrie $f_s = L\int p^2(G)dG = \dfrac{L}{2\pi^{1/2}\,\sigma}$. (22)

[2] Date din Allen (1973, p. 227) sugerează că proporția stelelor F, G și K în sistemele duble poate să crească pînă la 60%. Dacă este așa, atunci estimările noastre pentru ν_t sînt prea mici cu un factor de 5 și numai estimarea pe care am dat-o lui ν_t în cazul stelelor singulare s-ar putea să fie prea mare.

Scanned with OKEN Scanner

Combinînd acest rezultat cu (20) obținem

$$\nu_t \sim 10^7 L/\sigma. \tag{23}$$

Deocamdată nu vedem vreo modalitate de a atribui valori ferme lui L sau σ. Oricum, dacă $\bar{G} \approx 5 \times 10^9$ ani, o valoare a lui $\sigma = 10^9$ ani ar da un raport de 4 la 1 în G între punctele $\beta\sigma$, ceea ce nu pare nerezonabil. Aceasta dă

$$\nu_t \sim 10^{-2} L. \tag{24}$$

Scurte concluzii

Adunînd (17) cu (24) obținem cea mai bună estimare pe care o putem face în prezent a numărului total de civilizații care au coexistat înăuntrul unei distanțe între ele de R ani lumină,

$$\nu(R) \sim (10^{-2} + 10^{-4}\ R^3)L. \tag{25}$$

Ecuațiile (24 și (25) încep să nu mai corespundă sub aproximativ 0,1 an-lumină pe măsură ce încep să fie excluse sistemele duble și multiple cu depărtări foarte mari între componente. Figura 3 (p. 176) prezintă un graf al lui $\nu(R)$ în care corecția necesară pentru distanțe mici a fost inclusă.

Din nou ne confruntăm cu marea incertitudine a lui L. Dacă ne rezolvăm problemele de „administrare" a planetei, vom putea prospera 10^9 ani; dacă nu vom reuși, s-ar putea să regresăm sau să pierim în 10^2 ani, cum se tem unele Casandre. S-a sugerat deseori (de exemplu, Șklovski și Sagan, 1966) că s-ar putea ca distribuția longevităților să fie bimodală; o fracțiune a civilizațiilor, să spunem 1%, reușesc să-și rezolve problemele ecologice și societale și trăiesc 10^9 ani, pe cînd restul de 99% nu reușesc și dispar, să zicem, în medie după 10^3. Dacă este adevărat, atunci $L \sim 10^7$ ani și Galaxia este înțesată cu viață. Cam 10^5 civilizații vor fi coexistat în cadrul unei depărtări de cîteva zeci de UA între ele, iar 10^6 pînă la o distanță de 10 ani lumină. Comunicația interstelară se va fi stabilit independent de nenumărate ori.

Dar să luăm valoarea mai pesimistă a lui $L \sim 10^3$, ani, care virtualmente presupune inexistența unor civilizații cu existență îndelungată. În acest caz vor fi existat numai ~ 10 civilizații gemene la distanțe de doar cîteva zeci de UA

Scanned with OKEN Scanner

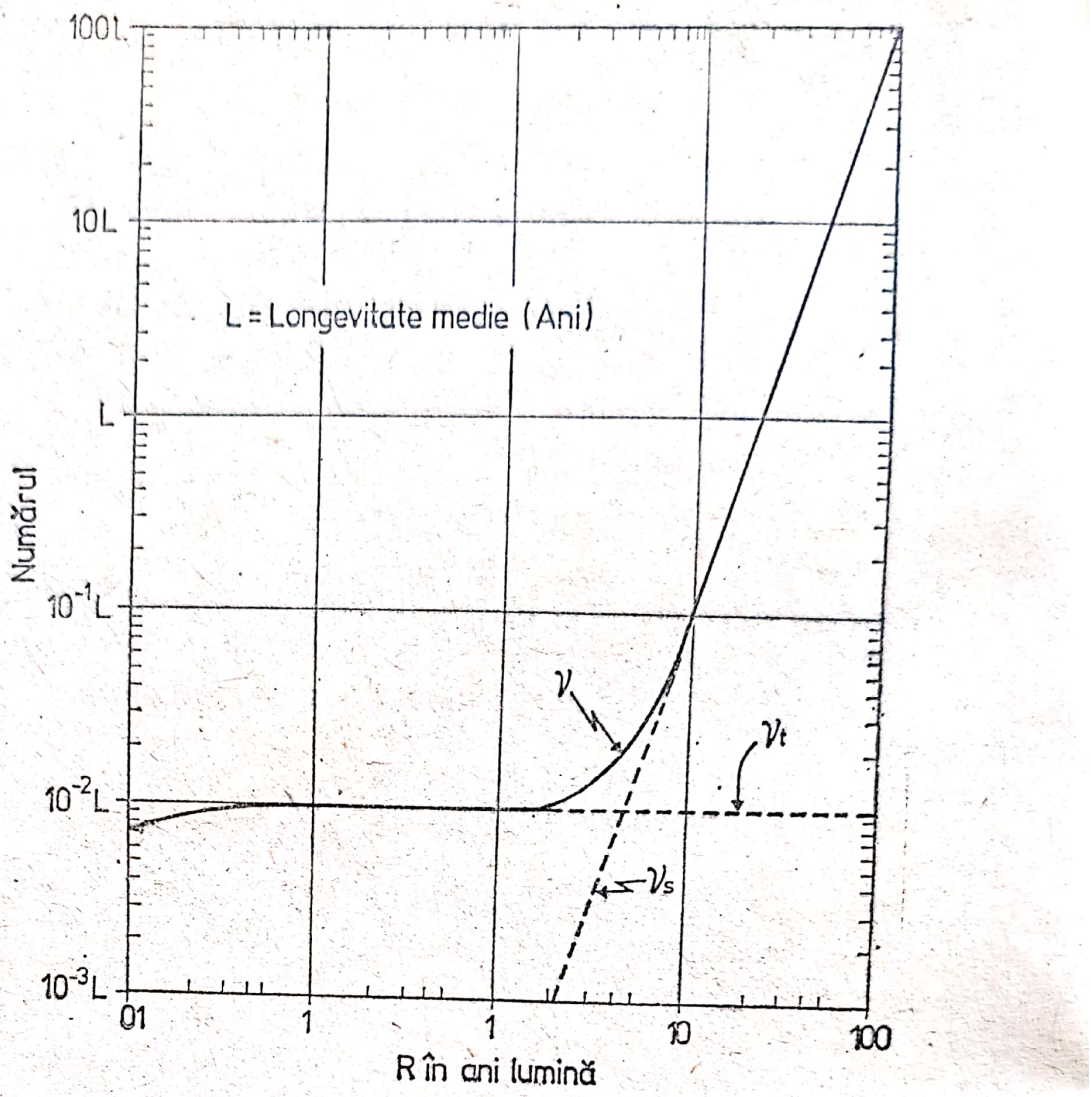


Fig. 3. Numărul de civilizații care au coexistat înăuntrul unei distanțe R de la una la alta. Numărul este proporțional cu pătratul factorilor de selectivitate, astfel că e foarte posibil să fie cu un ordin de mărime mai mare sau mai mic decît apare în figură. Civilizațiile coexistente în aceleași sisteme planetare nu sînt incluse.

între ele. La această apropiere planetele celeilalte stele ar putea fi găsite, iar radiația disipată ar putea să fie ușor detectată.

Pentru aceste căutări radio inițiale este probabil mai important să-l interpretăm pe L ca intervalul temporal mediu în care civilizațiile emit, pentru scopurile lor, semnale detectabile la distanța R. Cu o cheltuială mai mică decît pentru programele spațiale deja inițiate de noi am putea să construim un sistem de recepție care ar detecta prezența unor semnale de genul semnalelor noastre UHF — TV la o distanță de 50 ani-lumină (Project Cyclops, 1972). Noi am emis astfel de semnale 15 ani și vom continua încă cel puțin

Scanned with OKEN Scanner

35 de ani. Luînd $R = 50$ ani-lumină și $L = 50$ ani vedem din Fig. 3 că o asemenea strategie poate să fi reușit de ~ 500 de ori.

Dacă am fi fost una din aceste prime civilizații „norocoase", succesul nostru aproape sigur ne-ar fi încurajat să căutăm mai adînc în spațiul cosmic și să lansăm o baliză pentru a-i atrage pe alții. Cu o baliză-emițător de putere mare situația se schimbă radical. Același sistem care ar detecta radiația disipată la 50 ani-lumină ar putea să detecteze o baliză de 250 MW la 500 ani-lumină, atingînd astfel de 1000 de ori mai multe stele.

Revenind la (20), menționăm că coeficientul lui f_s este 4×10^7. Aceasta înseamnă că au existat ~ 40 milioane de cazuri în care o călătorie în spațiul cosmic întreprinsă de o cultură înaintată din jurul unei componente a unui sistem stelar multiplu spre planetele altei componente să fi descoperit fie viață într-un stadiu evolutiv timpuriu, fie urmele unei culturi înaintate care a pierit de mult. (Prima variantă este mai probabilă, deoarece altfel cealaltă cultură ar fi întreprins ea întîi călătoria). O călătorie în spațiul cosmic la o distanță de numai cîteva zeci de UA ne va sta în puteri în viitorul apropiat.

Obținerea prin oricare dintre metodele de mai sus, a unor dovezi pozitive de viață apărută independent ar da un puternic impuls continuării eforturilor de căutare. Numărul de civilizații apropiate, deși nesigur, pare suficient de mare pentru a susține ipoteza că o comunitate galactică a unor culturi avansate care comunică între ele există deja.

NOTE

Allen, C.W. (1973). *Astrophysical Quantities*, ed. a 3-a, Athlone Press (at the University of London), Londra.

Cameron, A.G.W. (1963). *Interstellar Communication* (A.G.W. Cameron, Ed.), Benjamin Press, New York.

Dole, S.H. (1970). *Habitable Planets for Man*, ed. a 2-a, American Elsevier, New York.

Kreifeldt, J.G. (1971). *A formulation fot the number of communicative civilizations in the Galaxy*, „Icarus", vol. 14, 419—430.

Ponnamperuma, C., Cameron, A.G.W. (1974). *Interstellar Communication: Scientific Perspectives* (C. Ponnamperuma and A.G.W Cameron, Eds.), Houghton Mifflin, New York.

Project Cyclops (1972). NASA Report C.R. — 114445.

Scanned with OKEN Scanner

Sagan, C. (1973). *Communication with Extraterrestrial Intelligence* (C. Sagan, Ed.), MIT Press, Cambridge, Mass.
Schmidt, M. (1959). *The rate of star formation*, „Astrophys". J., vol. 129, 243.
Schmidt, M. (1963). *The rate of star formation II*, „Astrophys". J., vol. 137, 759.
Şklovski, I.S., Sagan, C. (1966). *Intelligent life in the Universe*, Holden-Day, New York.
Von Hoerner, S. (1961). *The search for signals from other, civilizations*, „Science", vol. 134, 1839.

Scanned with OKEN Scanner

CARL SAGAN, FRANK DRAKE

CĂUTAREA INTELIGENȚEI EXTRATERESTRE*

Este omenirea singură în Univers? Sau există undeva și alte ființe inteligente scrutînd prin noapte cerul lor, din lumi foarte diferite, și punîndu-și același gen de întrebări? Există oare civilizații mai avansate ca a noastră, civilizații care au realizat comunicația interstelară și au stabilit o rețea de societăți conectate în întreaga noastră Galaxie? Aceste chestiuni, care privesc problemele cele mai profunde ale naturii și destinului omenirii, au fost vreme îndelungată un domeniu exclusiv al teologiei și al ficțiunii speculative. În zilele noastre, pentru prima oară în istoria omului, ele au pătruns în sfera științei experimentale.

Din mișcările unui număr de stele apropiate am detectat acum corpuri însoțitoare care orbitează în jurul lor și care sînt aproape la fel de masive ca planetele mari. Din cunoștințele noastre despre procesele care au dus la apariția vieții pe Pămînt știm că procese similare trebuie să fie comune întregului Univers. Întrucît inteligența și tehnologia au o mare valoare de supraviețuire, pare probabil că formele primitive de viață de pe planetele altor stele, evoluînd multe miliarde de ani, vor genera la un moment dat inteligență, civilizație și o înaltă tehnologie. În plus, noi, pămîntenii, dispunem în prezent de toată tehnologia necesară pentru a comunica cu alte civilizații din adîncurile spațiului cosmic. Într-adevăr, s-ar putea să fim pe punctul de a face pasul hotărîtor pe care o societate planetară nu-l face decît o singură dată: primul contact cu o altă civilizație.

---

*„Scientific American", 232, mai 1975, p. 80—89.

Scanned with OKEN Scanner

Ținînd seama că în prezent nu știm cum ar putea să arate de fapt viața extraterestră, orice încercare de a estima numărul civilizațiilor tehnice din galaxia noastră este necesarmente lipsită de siguranță. Totuși, avem cîteva fapte revelatoare. Sînt motive să credem că sistemele solare se formează destul de ușor și că ele abundă în vecinătatea Soarelui. De exemplu, chiar în sistemul nostru solar există trei „sisteme solare" în miniatură: sistemele de sateliți ale planetelor Jupiter (cu 13 sateliți), Saturn (cu 10) și Uranus (cu 5). Este clar că indiferent cum apar astfel de sisteme, patru dintre ele s-au format în vecinătatea noastră imediată.

Singura metodă prin care putem în prezent să detectăm sistemele planetare ale stelelor apropiate este studierea perturbațiilor gravitaționale pe care aceste planete le provoacă în mișcarea stelei lor. Să ne imaginăm o stea apropiată care într-un interval de cîteva decenii se deplasează măsurabil în raport cu fondul stelelor mai îndepărtate. Să presupunem că ea are un companion neluminos care o înconjură pe o orbită al cărei plan nu coincide cu linia noastră de vedere spre stea. Atît steaua cît și companionul ei au o mișcare de revoluție în jurul unui centru de greutate comun. Centrul de greutate va trasa o linie dreaptă în raport cu fundalul stelar și ca urmare steaua va trasa un drum sinusoidal. Din existența oscilației putem deduce prezența companionului. Mai departe, din perioada și amplitudinea oscilației putem calcula perioada și masa companionului. Procedeul este, însă, suficient de sensibil numai pentru a detecta perturbațiile produse de o planetă masivă din jurul stelelor apropiate.

Steaua singulară cea mai apropiată de Soare este steaua lui Barnard, o pitică roșie destul de întunecată care se află la o depărtare de aproximativ 6 ani-lumină. (Deși Alfa Centauri este mai apropiată, ea este componentă a unui sistem triplu). Observațiile făcute de Peter van der Kamp de la Observatorul Sproul al Colegiului Swarthmore timp de 40 de ani sugerează că steaua lui Barnard este însoțită de doi companioni întunecați, fiecare avînd aproximativ masa lui Jupiter. Ce-i drept, mai există unele controverse cu privire la concluziile lui, deoarece observațiile sînt foarte greu de efectuat. Poate și mai interesant este faptul că din cele aproximativ 12 stele singulare aflate cel mai aproape de Soare aproape jumătate par să aibă companioni întunecați cu o masă de 1 — 10 mase jupiteriene. În plus, numeroase

Scanned with OKEN Scanner

studii teoretice cu privire la formarea sistemelor planetare din norii de gaz și praf interstelar în contractare sugerează că nașterea planetelor însoțește frecvent, dacă nu inevitabil, nașterea stelelor.

Știm că principalele molecule ale organismelor vii de pe Pămînt sînt proteinele și acizii nucleici. Proteinele sînt constituite din aminoacizi, iar acizii nucleici — din nucleotide. Atmosfera primordială a Pămîntului era, ca și restul Universului, bogată în hidrogen și în compuși ai hidrogenului. Cînd hidrogenul molecular (H_2), metanul (CH_4), amoniacul (NH_3) și apa (H_2O) sînt amestecate în prezența oricărei surse intermitente de energie capabile să desfacă legăturile chimice, rezultatul este o recoltă remarcabil de bogată de aminoacizi, precum și de zaharuri și azotați, care sînt constituenții chimici ai nucleotidelor. De exemplu, din experimente de laborator putem stabili cantitatea de aminoacizi produsă per foton de radiație ultravioletă, iar din cunoștințele noastre despre evoluția stelelor putem calcula cantitatea de radiație ultravioletă emisă de Soare în cursul primului miliard de ani de existență a Pămîntului. Cele două valori ne permit să calculăm cantitatea totală de aminoacizi formați pe Pămîntul primitiv. Aminoacizii, pe de altă parte, se descompun spontan într-un ritm dependent de temperatura mediului ambiant. De aici putem calcula abundența lor pe vremea apariției vieții. Dacă s-ar amesteca o cantitate atît de mare de aminoacizi în oceanele actuale, rezultatul ar fi o soluție de 1% aminoacizi. Aceasta este aproximativ concentrația de aminoacizi a sortimentelor superioare de supă de pui, o soluție care se presupune că poate fi un suport al vieții.

Apariția vieții nu este totuna cu apariția materialului ei de construcție, dar studiile de laborator asupra legării aminoacizilor în molecule asemănătoare proteinelor și asupra legării nucleotidelor în molecule asemănătoare acizilor nucleici progresează bine. Investigarea modului în care se produce replicarea în vitro a unor lanțuri scurte de acizi nucleici a furnizat chiar informații despre codurile genetice primitive de traducere a informației acizilor nucleici în informație a proteinelor, sisteme care se poate să fi precedat mecanismul complex al ribozomilor și al enzimelor activante cu care celulele produc în prezent proteină.

Experimentele de laborator au avut ca rezultat și o mare cantitate dintr-un polimer brun care pare să constea mai

Scanned with OKEN Scanner

ales din lanțuri lungi hidrocarbonate. Proprietățile spectroscopice ale polimerului sînt similare celor ale norilor roșietici de pe Jupiter, Saturn și Titan, satelitul cel mai mare al lui Saturn. Întrucît atmosferele acestor obiecte sînt similare atmosferei Pămîntului primitiv, coincidența nu este surprinzătoare. Ea este totuși remarcabilă. S-ar putea ca Jupiter, Saturn și Titan să fie uriașe laboratoare planetare de chimie organică prebiologică.

Alte dovezi despre apariția vieții provin din dosarul geologic al Pămîntului. Secțiuni subțiri din roci sedimentare vechi de 2,7 — 3,5 miliarde de ani dezvăluie prezența unor incluziuni minuscule, cu un diametru de o sutime de milimetru. Aceste incluziuni au fost identificate de Elso S. Barghoorn de la Universitatea Harvard și J. William Schopf de la Universitatea Californiei, din Los Angeles, drept bacterii și alge verzi-albastre. Bacteriile și algele verzi-albastre sînt organisme evoluate și trebuie să fie ele înseși beneficiarele unei îndelungi istorii evolutive. Dar nici pe Pămînt și nici pe Lună nu există roci mai vechi de 4 miliarde de ani; se crede că înaintea acestei perioade suprafața ambelor corpuri era topită în stadiile finale ale acrețiunii lor. Astfel, timpul disponibil pentru apariția vieții pare să fi fost scurt: cel mult cîteva sute de milioane de ani. Întrucît viața a apărut pe Pămînt într-un interval mult mai mic decît vîrsta actuală a Pămîntului, avem o dovadă suplimentară că apariția vieții are o probabilitate mare, cel puțin pe planetele unde abundă gaze bogate în hidrogen, apa lichidă și surse de energie. Deoarece aceste condiții sînt comune pretutindeni în Univers, s-ar putea ca și viața să fie comună. Oricum, pînă vom fi descoperit măcar un singur exemplu de viață extraterestră concluzia de mai sus nu poate fi considerată sigură. O astfel de investigație este unul din obiectivele misiunii Viking, proiectată să depună un vehicul pe suprafața lui Marte în vara anului 1976, vehicul care va efectua prima căutare riguroasă a vieții pe o altă planetă. Modulul care va ajunge pe suprafața planetei poartă cu el trei experimente separate privitoare la metabolismul ipoteticelor microorganisme marțiene, un experiment privind chimismul organic al materialului de la suprafața planetei și un sistem TV care să detecteze, în măsura posibilului, organisme macroscopice — dacă există.

Inteligența și tehnologia s-au dezvoltat pe Pămînt de-a lungul unui interval de timp aproape egal cu jumătate din

Scanned with OKEN Scanner

perioada de stabilitate a Soarelui. Inteligența și tehnologia au evidente avantaje în procesul selecției, cel puțin pînă în stadiul actual al evoluției, cînd tehnologia ne aduce și primejdiile catastrofelor ecologice, epuizării resurselor naturale, războiului nuclear. Dacă nu vor avea loc asemenea dezastre, mediul fizic al Pămîntului va rămîne stabil încă multe miliarde de ani. Este posibil ca numărul de demersuri individuale necesare pentru evoluția inteligenței și tehnologiei să fie atît de mare și improbabil, încît nu toate planetele locuite să genereze civilizații tehnice. Este, de asemenea, posibil — unii ar spune probabil — ca civilizațiile să tindă spre autodistrugere cam la nivelul de dezvoltare tehnologică pe care-l avem noi în prezent. Pe de altă parte, dacă există 100 de miliarde de planete adecvate în galaxia noastră, dacă apariția vieții are o mare probabilitate, dacă pe fiecare din aceste planete sînt disponibili miliarde de ani de evoluție și dacă măcar o mică fracțiune a civilizațiilor tehnologice trec cu bine de stadiile inițiale ale adolescenței tehnologice, numărul civilizațiilor tehnologice existente acum în Univers s-ar putea să fie foarte mare.

Încercarea de a estima numărul acestor civilizații reprezintă evident o operație cu un mare grad de incertitudine. Între opiniile celor care au examinat problema sînt deosebiri mari. Supoziția cea mai bună pe care o putem face noi este că în Galaxia noastră există un milion de civilizații cu o dezvoltare tehnologică la nivelul actual al Pămîntului sau mai avansate. La o distribuție aleatorie a lor în spațiul cosmic, distanța dintre noi și cea mai apropiată civilizație ar trebui să fie de aproximativ 300 de ani-lumină. Ca urmare, orice informație transmisă între civilizația cea mai apropiată și a noastră va avea nevoie de minimum 300 de ani pentru drumul într-un singur sens și de 600 de ani pentru o întrebare și un răspuns.

Radiația electromagnetică oferă metoda cea mai rapidă și de departe cea mai ieftină pentru stabilirea unui astfel de contact. Luînd în considerare dezvoltarea tehnologică previzibilă a civilizației de pe Pămînt, costul per foton și cuantumul radiației absorbite de gazul și praful interstelar, undele radio par să fie metoda cea mai eficientă și mai economică de comunicare interstelară. Navele interstelare nu pot fi excluse apriori, dar în toate cazurile ele vor fi un mijloc de comunicare mai lent, mai costisitor și mai dificil.

Scanned with OKEN Scanner

Deoarece noi am dobîndit capacitatea unor comunicații radio interstelare abia în ultimele cîteva decenii, nu există virtualmente nici o șansă ca vreuna din civilizațiile cu care vom veni în contact să fie atît de înapoiată ca noi. Se pare, de asemenea, că dialogul nu este posibil decît între civilizații cu o existență foarte îndelungată și care au răbdarea necesară. Ținînd seama de aceste circumstanțe, care ar trebui să fie comune și deductibile tuturor civilizațiilor din Galaxia noastră, ni se pare întru totul posibil ca mesaje radio să fie adresate în prezent Pămîntului de radio-emițătoare de pe planete ale altor stele.

Pentru a intercepta astfel de semnale trebuie să presupunem sau să deducem frecvența pe care o are semnalul trimis, lărgimea benzii de frecvență, tipul de modulație și steaua care transmite mesajul. Deși nu e ușor să găsești răspunsurile corecte, dificultatea nu e atît de mare pe cît s-ar părea.

Cea mai mare parte a spectrului radio astronomic este foarte zgomotoasă. Contribuie la aceasta materia interstelară, radiația de fond de 3°K remanentă de la începutul istoriei Universului, zgomotul esențialmente asociat funcționării oricărui detector, absorbția radiației în atmosfera Pămîntului. Această ultimă sursă de zgomot poate fi evitată prin plasarea unui radiotelescop în spațiul cosmic. Cu celelalte surse trebuie să ne împăcăm și la fel trebuie să facă orice altă civilizație.

Există, totuși, un minim accentuat în spectrul zgomotului radio. Chiar în punctul minim sau lîngă el sînt cîteva frecvențe naturale care ar trebui să fie sesizabile tuturor societăților cu o știință dezvoltată. Ele sînt frecvențele de rezonanță emise de moleculele și radicalii liberi cu mai mare abundență în spațiul interstelar. Poate că cea mai evidentă dintre aceste rezonanțe este frecvența de 1420 megahertzi (milioane de cicli pe secundă). Frecvența este emisă cînd electronul care se rotește într-un atom de hidrogen trece spontan pe o altă orbită și direcția spinului* său se inversează față de cea a spinului protonului din nucleul atomului de hidrogen. Folosirea frecvenței de 1420 megahertzi a hidrogenului drept canal de comunicație interstelară a fost propusă pentru prima oară în 1959 de Philip Morrison și Giu-

**spin* — /de la to spin — a se roti/ momentul cinetic propriu al particulelor elementare (Nota T. Toro).

Scanned with OKEN Scanner

seppe Cocconi. Numai că un astfel de canal ar fi prea zgomotos pentru comunicații tocmai pentru că hidrogenul, gazul interstelar cel mai abundent, absoarbe și emite radiație pe această frecvență. Numărul celorlalte canale de comunicație plauzibile și disponibile nu este mare, așa că stabilirea celui corect n-ar trebui să prezinte dificultăți prea mari.

Pentru găsirea lărgimii de bandă care ar putea fi folosită în comunicația interstelară nu putem folosi o logică similară. Cu cît lărgimea de bandă este mai mică, cu atît este mai mare distanța la care un semnal rămîne detectabil. Pe de altă parte, cu cît banda este mai îngustă, cu atît scade cantitatea de informație pe care o poate purta semnalul. De aceea este necesar un compromis între dorința de a trimite un semnal la distanță maximă și dorința de a comunica o cantitate maximă de informație. Poate că se trimit semnale simple pe bandă îngustă pentru a mări probabilitatea recepționării semnalelor. Poate că se trimit semnale bogate în informație pe benzi largi pentru a realiza o comunicație rapidă și extensivă. Semnalele pe bandă largă ar fi destinate civilizațiilor luminate care au investit resurse majore în sisteme de recepție ample.

În căutarea concretă a unor semnale nu este necesar să ghicim exact lărgimea de bandă, ci doar lărgimea de bandă minimă. Este posibil să se comunice simultan pe numeroase benzi înguste adiacente. Fiecare din aceste canale poate fi studiat individual, iar datele mai multor canale adiacente pot fi însumate pentru a obține echivalentul unui canal mai larg, fără nici o pierdere de informație sau sensibilitate. Procedura este relativ ușor de realizat cu ajutorul unui computer; de fapt ea este folosită curent în studierea pulsarilor. În orice caz, ar trebui să urmărim maximum de canale dată fiind posibilitatea ca emițătorul civilizației care transmite să nu funcționeze pe una din frecvențele „naturale", cum ar fi cea de 1420 megahertzi. În prezent, desigur, nu știm ce stea trebuie să ascultăm. Atitudinea cea mai prudentă este de a ne orienta receptoarele mai degrabă spre stele similare Soarelui, începînd cu cele mai apropiate. Două stele apropiate, Epsilon Eridani și Tau Ceti, ambele la o depărtare de 12 ani-lumină de Pămînt, au fost candidatele Proiectului Ozma, prima căutare cu un radiotelescop a inteligenței extraterestre, efectuată de unul din noi (Drake) în 1960.

Scanned with OKEN Scanner

Proiectul Ozma, numit așa după numele personajului din cartea pentru copii a lui L. Frank Baum „Vrăjitorul din Oz", a fost „pe ascultare" timp de patru săptămîni pe frecvența de 1420 megahertzi. Rezultatele au fost negative. De atunci s-a mai făcut un număr de alte studii. Au fost unele alarme false, dar nici unul nu a avut succes. Lipsa succesului nu este ceva neașteptat. Dacă există 1 milion de civilizații tehnice într-o galaxie cu vreo 200 de miliarde de stele, trebuie să ne îndreptăm receptoarele spre 200 000 de stele înainte de a avea o șansă statistică echitabilă de a detecta măcar un singur mesaj extraterestru. Pînă acum am ascultat doar puțin mai mult de 200 de stele. Cu alte cuvinte, am depus numai 0,1% din efortul necesar.

Tehnologia pe care o avem în prezent este întru totul adecvată pentru transmiterea și recepționarea unor mesaje la uriașele distanțe interstelare. De exemplu, dacă radiotelescopul de 1000 de picioare al observatorului de la Arecibo, din Porto Rico, ar transmite un bit de informație pe secundă pe o bandă de 1 hertz, semnalul ar putea fi recepționat de un radiotelescop identic oriunde în Galaxie. Așadar, telescopul de la Arecibo ar putea să detecteze un semnal similar transmis de la o distanță de sute de ori mai mare decît estimarea noastră de 300 de ani-lumină pînă la cea mai apropiată civilizație extraterestră.

Cercetarea a sute de mii de stele în speranța de a detecta un mesaj va cere un devotament remarcabil și va dura probabil cîteva decenii. Pare improbabil ca vreunul din marile radiotelescoape existente să fie cedat unui program atît de intens, renunțîndu-se la activitatea lui curentă. Construirea unuia sau cîtorva radiotelescoape care și-ar consacra poate jumătate din timp acestei cercetări pare să fie singura metodă practică de a căuta serios inteligența extraterestră. Costul ar fi de cîteva zeci de milioane de dolari. Pînă aici am examinat problema recepționării mesajelor pe care o civilizație le-ar transmite intenționat spre Pămînt. O altă posibilitate este că am putea încerca să „tragem cu urechea" la traficul radio folosit de o civilizație în scopurile ei. Un astfel de trafic radio ar putea să fie repede sesizabil. Pe Pămînt, de exemplu, un nou sistem radar folosit la telescopul Observatorului de la Arecibo pentru studii planetare emite un semnal pe bandă îngustă care detectat de pe o altă stea ar fi de 1 milion pînă la 10 miliarde de ori mai strălucitor decît Soarele pe aceeași frecvență. În plus, datorită transmisiilor

Scanned with OKEN Scanner

radio și de televiziune Pămîntul este extrem de strălucitor pe lungimile de undă în jur de un metru. Dacă planetele altor civilizații au o strălucire radio comparabilă cu cea pe care o are Pămîntul numai de la transmisiile de televiziune, ele ar trebui să fie detectabile. Date fiind, însă, complexitatea semnalelor și faptul că ele nu sînt dirijate special spre Pămînt, receptorul de care vom avea nevoie ca să le interceptăm va trebui să fie un sistem mult mai complicat și mai sensibil decît orice radiotelescop de care dispunem în prezent.

Un astfel de sistem a fost conceput preliminar de Bernard M. Oliver de la Hewlett-Packard Company, care a condus un Studiu sub egida Centrului de cercetări Ames al N.A.S.A. Sistemul, cunoscut sub numele de Cyclops, va consta dintr-un radiotelescop enorm conectat la un sistem complex de calcul. Sistemul de calcul va fi proiectat special pentru a căuta printre datele furnizate de telescop semnale purtînd amprenta inteligenței, pentru a combina numeroase canale adiacente în vederea construirii unor semnale din diferite lărgimi de bandă utile și pentru a prezenta rezultatele analizelor automate ale tuturor formelor imaginabile de comunicație radio interstelară într-o modalitate inteligibilă cercetătorilor care lucrează în cadrul proiectului.

Construirea unui radiotelescop cu deschidere uriașă sub forma unei antene unice ar costa prohibitiv. Sistemul Cyclops, însă, va beneficia de capacitatea noastră de a conecta numeroase antene individuale astfel încît să acționeze la unison. Această concepție a și fost pusă la baza instalației Very Large Array*, care se construiește în prezent în New Mexico. Very Large Array constă din 27 de antene, fiecare cu un diametru de 88 de picioare, dispuse pe schema unui Y, fiecare din cele 3 brațe ale acestuia avînd o lungime de 10 mile. Sistemul Cyclops ar fi mult mai mare. Proiectul actual prevede 1500 de antene, fiecare cu un diametru de 100 de metri, toate conectate electronic între ele și cu sistemul de calcul. Ele vor fi dispuse cît mai compact cu putință, dar vor acoperi cam 25 de mile patrate. Sistemul va avea o suprafață utilă de colectare a semnalelor de sute de ori mai mare decît suprafața oricărui radiotelescop existent și va fi capabil să detecteze chiar și semnale relativ slabe cum ar fi

* Formație foarte mare. — *Nota trad.*

Scanned with OKEN Scanner

emisiile de televiziune ale unor civilizații aflate la o depărtare de cîteva sute de ani-lumină. Mai mult, el ar fi instrumentul prin excelență pentru recepționarea semnalelor dirijate special spre Pămînt. Unul din cele mai mari merite ale sistemului Cyclops este că pentru construirea lui nu este nevoie de progrese tehnologice. Echipamentele electronice și de calcul necesare sînt deja bine puse la punct. Va trebui doar să construim în număr mare o serie de lucruri pe care le construim deja bine. Sistemul Cyclops nu numai că va dispune de o putere uriașă pentru căutarea inteligenței extraterestre, ci va fi totodată un instrument extraordinar pentru cercetări radar asupra corpurilor din sistemul nostru solar, pentru astronomia radio tradițională în afara sistemului solar și pentru urmărirea navelor cosmice dincolo de bătaia receptoarelor actuale.

Costul sistemului Cyclops, estimat la 10 miliarde de dolari, ar putea fi o cheltuială deocamdată prohibitivă. În plus, argumentarea în favoarea „trasului cu urechea" nu este întru totul convingătoare. Cu jumătate de veac în urmă, înainte ca transmisiile radio să fi devenit ceva comun, Pămîntul era tăcut pe lungimile de undă radio. Peste jumătate de secol, ca urmare a dezvoltării televiziunii prin cablu și sateliților de comunicații care retransmit semnalele într-un fascicul îngust, s-ar putea ca Pămîntul să fie din nou tăcut. Astfel, poate că planetele de felul Pămîntului au o remarcabilă strălucire radio numai un secol din miliardele de ani ai existenței lor. Șansele ca să descoperim o civilizație în cursul acestei perioade scurte din istoria ei s-ar putea să nu fie destul de mari pentru a justifica realizarea unui sistem de felul proiectului Cyclops. Este foarte posibil ca ființele din întreg Universul să detecteze de obicei dovezile de inteligență extraterestră cu ajutorul unor radiotelescoape mai tradiționale. În ceea ce ne privește, totuși, pare clar că șansele noastre de a găsi inteligență extraterestră se vor îmbunătăți dacă vom încerca deliberat să o găsim.

Cum am putea fi siguri că un anumit semnal radio a fost trimis intenționat de o ființă inteligentă? Este ușor de conceput un mesaj care să fie indubitabil artificial. De exemplu, primele 30 de numere prime ar fi greu de atribuit vreunui fenomen astrofizic natural. Un mesaj simplu de acest gen ar putea fi un avertisment sau un semnal de atenție. Un mesaj

Scanned with OKEN Scanner

informativ care ar urma ar putea să aibă numeroase forme și ar putea să conțină un număr enorm de biți. O metodă de a transmite informație trecînd de la simplu la concepte mai complexe o oferă imaginile.

Mai trebuie să menționăm un ultim mod de a aborda căutarea inteligenței extraterestre. Dacă există într-adevăr civilizații cu mii sau milioane de ani mai avansate ca a noastră, atunci este întru totul posibil ca ele să poată trimite comunicări radio la distanțe imense, poate chiar la distanțe intergalactice. Nu știm cîte civilizații avansate ar putea să existe în comparație cu numărul civilizațiilor de tip-Pămînt, mai primitive, dar multe din aceste civilizații mai vîrstnice trebuie să fie în galaxii mai bătrîne ca a noastră. Din acest motiv semnalele radio cel mai repede detectabile ar putea să vină din afara Galaxiei noastre. Numărul relativ mic al acestor transmițătoare extragalactice ar putea fi mai mult decît compensat de puterea mai mare a semnalelor lor. Pe frecvența adecvată ele ar putea fi chiar cele mai strălucitoare semnale radio de pe cer. Ca urmare, o alternativă la examinarea celor mai apropiate stele de tipul spectral al Soarelui este de a examina galaxiile cele mai apropiate. Galaxiile spirale de felul Marii Nebuloase din Andromeda sînt evident candidate, dar galaxiile eliptice sînt mult mai vîrstnice și mai puternic evoluate și pot să adăpostească un mare număr de civilizații extrem de avansate.

S-ar putea să existe un fel de lege a biologiei care hotărăște că există numeroase căi spre inteligență și spre o tehnologie superioară și că fiecare planetă, dacă dispune de suficient timp și nu se autodistruge, ajunge la un rezultat similar. Ne așteptăm desigur ca biologia de pe alte planete să difere de a noastră datorită naturii statistice a procesului evoluției și adaptabilității vieții. Știința și ingineria, însă, ar putea fi aproape similare cu ale noastre, deoarece orice civilizație angajată în comunicații radio interstelare, indiferent unde este ea, trebuie să lupte cu aceleași legi ale fizicii, astronomiei și tehnologiei radio ca și noi. Oare să trimitem și noi mesaje? Evident că deocamdată nu știm încotro ar fi cel mai bine să le îndreptăm. S-a trimis deja un mesaj spre Marele Roi de stele din constelația Hercules prin radiotelescopul de la Arecibo, dar numai ca un fel de simbol al posibilităților radiotehnicii noastre actuale. Orice semnal radio trimis de noi va fi detectabil la distanțe interstelare

Scanned with OKEN Scanner

dacă are o strălucire cu 1 % mai mare decît strălucirea Soarelui pe aceeași frecvență. De fapt, în ultimele două decenii Pămîntul a fost părăsit în fiecare secundă cam de 1000 de astfel de semnale provenite din comunicațiile noastre interne cotidiene. Această frontieră electromagnetică a omenirii se află acum la o distanță de 20 de ani-lumină și continuă să se depărteze cu viteza luminii. Frontul sferic de unde, extinzîndu-se ca o undă provocată de o turbulență într-un bazin cu apă și purtînd cu sine neintenționat știrea că ființele umane au dobîndit capacitatea de a purta convorbiri interstelare, cuprinde în fiecare an 20 de stele noi.

Am trimis și un alt gen de mesaj: două plăcuțe gravate, amplasate pe *Pioneer 10* și *Pioneer 11*. Aceste nave cosmice, primele obiecte produse de om care vor evada din sistemul solar, vor călători la nesfîrșit prin Galaxia noastră cu o viteză de aproximativ 10 mile pe secundă. *Pioneer 10* a fost accelerat pînă la viteza de evadare din sistemul solar de cîmpul gravitațional al lui Jupiter la 3 decembrie 1973. *Pioneer 11* a trecut prin spatele lui Jupiter la 4 decembrie 1974 și se va îndrepta spre Saturn înainte de a fi accelerat într-o cursă spre depărtările Galaxiei.

Plăcuțele, identice pentru cele două nave, au fost proiectate de mine împreună cu Linda Salzman Sagan. Fiecare plăcuță măsoară 6×9 inchi și este din aluminiu aurit. Aceste cărți poștale cosmice gravate prezintă poziția Pămîntului și precizează cînd a fost construită și lansată nava. Soarele este localizat în raport cu 14 pulsari. Perioadele exacte ale pulsarilor sînt specificate în cod binar pentru a permite identificarea lor. Întrucît pulsarii sînt ceasuri cosmice care își încetinesc mersul cu o rată în mare măsură constantă, diferența dintre perioadele pulsarilor în momentul recuperării uneia din nave și perioadele indicate pe plăcuță va permite oricărei civilizații cu o dezvoltare tehnologică complexă să deducă anul cînd nava a început eroicul ei periplu. Unitățile de timp și lungime sînt specificate în termenii frecvenței inversării orientării spinului hidrogenului la 1420 de megahertzi. Pentru a se putea identifica exact locul lansării navei se dă o diagramă a sistemului solar. Se arată cum traiectoria navei cosmice pornește de la planeta a treia, Pămîntul, și cotește după planeta a cincea, Jupiter. (Abaterea lui *Pioneer 11* prin spatele lui Saturn încă nu fusese plănuită cînd s-au pregătit plăcuțele). În sfîrșit, plăcuțele înfățișează doi pămînteni, un bărbat și o femeie, din anul 1973. S-a

Scanned with OKEN Scanner

căutat ca imaginile lor să aibă trăsături panrasiale. Staturile lor sînt prezentate comparativ cu nava și sînt exprimate și într-un număr binar în termenii lungimii de undă a liniei spectrale la 1420 megahertzi.

Aceste plăcuțe sînt menite să dăinuie cel mai mult dintre toate făptuirile omului. Ele vor supraviețui virtual nemodificate sute de milioane, poate miliarde de ani în spațiul cosmic. Cînd tectonica plăcilor geologice va fi rearanjat total continentele, cînd toate formele actuale de relief de pe Pamînt vor fi dispărut, cînd civilizația se va fi transformat profund, iar ființele umane vor fi evoluat într-o altă specie, aceste plăcuțe vor continua să existe. Ele vor arăta că în anul pe care noi îl numim 1973 au existat ființe — portretizate pe plăcuțe — destul de preocupate de locul lor în ierarhia tuturor ființelor inteligente pentru a le împărtăși altora cunoștințele pe care le au despre sine. Cît de preocupați sîntem? Destul ca să depunem un efort apreciabil cu telescoapele existente pentru a căuta viață oriunde în Univers? Destul pentru a face un pas important ca Proiectul Cyclops care ne oferă o șansă sporită să trecem în sfîrșit pragul spre comunicarea cu o diversitate de ființe extraterestre, care, dacă există, inevitabil ar îmbogăți omenirea dincolo de orice imaginație? Adevărata problemă nu este cum, deoarece știm cum, ci cînd. Dacă pe Pămînt ar fi destule ființe preocupate de acest lucru, pragul ar putea fi trecut încă în cursul vieții majorității celor ce trăiesc azi.

Scanned with OKEN Scanner

I.S. ȘKLOVSKI

POSIBILA UNICITATE A VIEȚII INTELIGENTE ÎN UNIVERS*

Ideea pluralității lumilor locuite este tot atît de veche ca și civilizația umană. Ea era răspîndită pretutindeni încă înainte ca astronomia să ființeze ca știință. Reprezentări nebuloase despre pluralitatea lumilor locuite împănează religiile antice (de pildă, budismul). Pe măsură ce astronomia se dezvolta, această idee a început să dobîndească un conținut concret. Majoritatea covîrșitoare a filozofilor greci, fie ei materialiști sau idealiști, promovau concepții care admiteau pluralitatea lumilor locuite. Îl amintim, de pildă, pe Anaxagoras, unul din primii adepți ai sistemului heliocentric al lumii, care presupunea că Luna este locuită. Lui îi aparține și o idee neobișnuit de persistentă, care a rezistat de-a lungul secolelor și mileniilor, ideea *panspermiei* — teoria unor invizibili „germeni ai vieții", diseminați în întreg Universul. Școala filozofică materialistă a lui Epicur considera și ea că lumile sînt locuite.

Eminentul filozof materialist roman Lucrețius Carus a fost și el un adept al ideii pluralității lumilor locuite. În poemul său „Despre natura lucrurilor" se spune că întreaga lume vizibilă nu este deloc unică și că trebuie să fim convinși că în alte regiuni ale spațiului sînt alte Pămînturi, cu alți oameni și alte animale. Notăm, ca o curiozitate, că Lucrețius, neînțelegînd cîtuși de puțin natura stelelor (el le considera reflexe ale unor incendii terestre), situa lumile locuite dincolo de limitele Universului.

Pentru următoarele 15 veacuri, în Europa s-a instaurat dominația necontestată a sistemului aristotelic-ptolemaic

* „Voprosî filosofii", nr. 9, 1976, p. 80—93.

Scanned with OKEN Scanner

geocentric al lumii, pe care se baza religia creștină. Marea cotitură din știință legată de numele lui Copernic a dus la prăbușirea acestui sistem. De îndată ce Pămîntul a fost „coborît" la situația de „planetă obișnuită", ideea pluralității lumilor locuite a căpătat din nou un fundament științific.

Dezvoltarea furtunoasă a astronomiei în următoarele patru secole a impus ideea pluralității lumilor locuite ca idee absolut dominantă. Dacă inițial biserica s-a împotrivit cu îndîrjire sistemului heliocentric, treptat s-a împăcat cu el. În prezent teologii admit deja posibilitatea existenței unor ființe inteligente pe alte lumi. Ca urmare trebuie să facem precizarea că în epoca noastră (la fel ca în antichitate) linia de demarcație între religie și știință nu trece prin problema dezbătută de noi.

Cum a evoluat ideea pluralității lumilor locuite în epoca modernă? Pînă în prima jumătate a secolului al 19-lea era aproape generală părerea că *întregul* Cosmos este locuit. Este suficient să spunem că Herschel (iar înaintea lui, Newton) avea convingerea că Soarele este locuit? În secolele 18—19 aproape că n-au fost oameni de știință și filozofi care să fi cutezat să conteste concepția pluralității lumilor locuite. Erau foarte puțini cei ce nu împărtășeau punctul de vedere că viața (și, în particular, viața inteligentă) este răspîndită pe *toate* planetele. Să amintim, de pildă, de actualmente uitatul om de știință englez Wavell, care cu destul curaj pentru vremea aceea (1853!) a exprimat ideea că planetele mari din sistemul solar nu sînt adecvate pentru viață, ele fiind constituite „din apă, gaze și aburi". Tot el a negat și posibilitatea vieții pe Mercur și pe Lună. Oamenii au acceptat foarte încet și greu gîndul că Luna este inadecvată pentru viață. Astfel, la sfîrșitul secolului al 19-lea W. Pickering mai susținea că pe suprafața Lunii se observă migrații masive de insecte, ceea ce ar explica modificarea care se observă a peisajului lunar. Această stranie ipoteză, aplicată la Marte, a renăscut la mijlocul secolului nostru.

În ultimii o sută de ani, însă, tendința dominantă în evoluția concepției pluralității lumilor locuite a fost reducerea sistematică a numărului de obiecte cosmice considerate ca un posibil suport al vieții. Vom arăta, mai departe, că această tendință continuă și în prezent.

O abordare realmente științifică a problemei în discuție a devenit posibilă abia în ultimii 25 de ani, perioadă în care

Scanned with OKEN Scanner

s-a desfășurat „a doua revoluție" în astronomie, marcată de un număr imens de descoperiri care au modificat în esență modul nostru de a ne reprezenta Universul.[1] Treptat au început să apară trăsăturile unui Univers în evoluție, care se dezvoltă de la simplu la complex. Succese importante s-au obținut mai ales în înțelegerea formării și evoluției stelelor. Rezultatele strălucite ale radioastronomiei au generat ideea că este posibilă stabilirea unor comunicații interstelare prin radio. S-ar putea spune chiar că în anii din urmă ea a devenit o idee fundamentală în problema civilizațiilor extraterestre. A apărut o tendință de *a substitui* problemei generale a pluralității lumilor locuite problema *comunicării* cu civilizațiile extraterestre, ceea ce, desigur, este o greșeală de principiu. Alte realizări strălucite ale științei din ultimii 25 de ani, care a exercitat o influență importantă asupra problemei discutate de noi, au fost pătrunderea în tainele eredității și apariția biologiei moleculare. Abia după aceasta a devenit posibil să se pună concret problema apariției vieții pe Pămînt, problemă care își mai așteaptă răspunsul.

În sfîrșit, cele două decenii din urmă au marcat începutul erei cosmice în istoria omenirii și primii pași în cucerirea spațiului cosmic apropiat. A apărut o tehnologie cosmică care s-a dezvoltat furtunos. Cosmosul a irupt în viziunea despre lume a tuturor locuitorilor planetei noastre. Implicit, problema civilizațiilor extraterestre și a comunicației cu ele a devenit, dintr-un domeniu al ficțiunii științifice (pe care o alimenta de mult), o problemă întru totul actuală. Dovadă în acest sens stau simpozioanele și conferințele științifice din ultimii ani la care problematica vieții inteligente în Univers a fost supusă unei analize sistematice. Deosebit de rodnic și reprezentativ a fost simpozionul sovieto-american ținut în toamna anului 1971 la Observatorul de la Biurakan al Academiei de științe a R.S.S. Armene.[2]

Chiar dacă la aceste simpozioane s-a abordat o tematică foarte largă, dominantă a fost problema comunicării cu civilizațiile extraterestre. Cum am arătat și mai sus, o atitudine

---

[1] Vezi articolul nostru în „Voprosî filosofii" nr. 5, 1969: „Reflecții despre astronomie, conexiunile ei cu fizica și tehnologia și influența ei asupra civilizației contemporane".

[2] Vezi „Lucrările" acestui simpozion. Vezi, de asemenea, „Problema civilizațiilor extraterestre și aspectele ei filozofice", volumul de față, p. 35.

Scanned with OKEN Scanner

atît de „programatică" față de această problematică cu greu va putea să aducă contribuții esențiale la rezolvarea ei. Mult mai promițătoare ni se pare abordarea generală logico-filozofică pe care vom încerca să o fundamentăm în articolul de față.

Formula fundamentală pentru întreaga problemă a civilizațiilor extraterestre este o ecuație simplă numită „formula lui Drake":

$$N = nP_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \frac{t_1}{T};$$

unde N — numărul de civilizații înaintate existente în Galaxie simultan cu noi, n — numărul total de stele din Galaxie, P_1 — probabilitatea ca o stea să aibă sistem planetar, P_2 — probabilitatea apariției vieții pe o planetă, P_3 — probabilitatea ca viața apărută pe planetă să devină, în cursul evoluției, inteligentă, P_4 — probabilitatea ca viața inteligentă să pășească în era tehnologică, t_1 — durata medie a erei tehnologice, T — vîrsta Galaxiei.

Pe măsură ce știința se dezvoltă, în ultimii ani se observă o tendință foarte pregnantă de scădere a factorilor din formula lui Drake. Drake însuși a încercat încă în 1961 să descopere semnale radio artificiale de la stelele cele mai apropiate de noi, Tau Ceti și Epsilon Eridani. Astăzi este clar că a fost o tentativă pur și simplu naivă. Probabilitatea existenței unor sisteme planetare în jurul stelelor, căreia majoritatea participanților la Simpozionul de la Biurakan i-au dat o estimare destul de înaltă (~0,1—0,01), este considerabil mai mică. După toate aparențele, descoperirea, care a făcut vîlvă, de către astronomul american Peter van de Kamp, a unui sistem planetar în jurul uneia din stelele cele mai apropiate de Soare — renumita „stea zburătoare a lui Barnard" — nu a fost decît un simplu efect instrumental, destul de frecvent în cazul măsurătorilor făcute la limita preciziei. Implicit a căzut și principalul argument în favoarea unei distribuții foarte mari a sistemelor planetare.

Un alt argument, legat de scăderea discontinuă a vitezei mișcării de rotație a stelelor din clasa spectrală F, s-a dovedit și el inconsistent. Este aproape sigur că această variație este determinată de pierderea de substanță de la suprafața stelei, pe care se află un număr mare de zone active (de tipul celor observate pe suprafața Soarelui), precum și de fenomenul

Scanned with OKEN Scanner

de multiplicitate a stelelor. Astfel, nu de mult a reieșit că practic toate stelele de tipul Soarelui nostru fac parte din sisteme duble (sau multiple)[3]. În astfel de sisteme, dacă nu luăm în considerare cazurile cu o probabilitate excepțional de mică[4], viața nu se poate dezvolta, deoarece temperatura de la suprafața ipoteticelor planete aflate acolo ar varia în limite inadmisibil de largi. Ca și cum Soarele, această ciudată stea singulară înconjurată de planete, ar fi mai degrabă o excepție rară în lumea stelelor. Implicit factorul P_1 din formula lui Drake se reduce de o sută de ori.

Cu cît pătrundem mai mult în tainele vieții, cu atît devine mai uimitor și mai de neînțeles cum a apărut viața pe Pămînt. Pînă la apariția biologiei moleculare atenția cercetătorilor din acest domeniu era captată de problema apariției pe Pămînt a compușilor organici primari (zaharuri, aminoacizi, acizi nucleici) din care este constituit tot ce e viu. În prezent aceasta nu mai este o problemă, deoarece prin metodele radioastronomiei contemporane s-au descoperit chiar și în norii denși și reci din spațiul interstelar compuși macromoleculari, de exemplu alcool etilic și alcool metilic. Astronomii nu s-ar mira dacă mîine-poimîine s-ar descoperi compuși și mai complecși, de pildă zaharuri și aminoacizi. Cu atît mai puțin constituie o problemă prezența pe Pămîntul primitiv a „cărămizilor" din care e construit tot ce e viu. Doar acum toată lumea înțelege deja că prezența acestor „cărămizi" este un lucru, iar apariția vieții este cu totul altceva!

Sursele apariției vieții, înțeleasă ca un salt calitativ în dezvoltarea materiei, trebuie căutate chiar la nivelul precelular primitiv. Dar *cum* s-a produs acest salt este deocamdată total neclar. Se poate doar presupune că pentru o astfel de „minune" este nevoie de coincidența extrem de rară a unor condiții excepțional de favorabile. Dacă este așa, atunci probabilitatea *aprioric*ă (și nu „subiectivă") a unui astfel de eveniment trebuie să fie extraordinar de mică. Nu de mult unul dintre fondatorii biologiei moleculare moderne, F. Crick, a renunțat în general la încercările de a înțelege apariția vieții pe Pămînt, preferînd un fel de nouă variantă a panspermiei.[5] Rezumînd, putem spune că probabilitatea apriorică

---

[3] H. Abt, S. Levy, în „Bull. American Astron. Society", 1975, vol. 7, nr. 2, p. 268.

[4] I.S. Șklovski, Vselennaia, Jizn, Razum, ed. a 4-a, Moscova 1976.

[5] Vezi volumul de față, p. 154

Scanned with OKEN Scanner

a apariției vieții pe oricare dintre planetele adecvate din Galaxie, P_2, s-ar putea să fie oricît de mică. La fel de nedeterminat de mică este probabilitatea ca viața cumva apărută pe o planetă să evolueze pînă la inteligență și cu atît mai puțin pînă la o tehnologie avansată. Trebuie să subliniem, însă, că estimarea acestei probabilități nu se întemeiază practic pe nimic și că factorul P_3 trebuie să fie mai degrabă nedeterminat de mic.

În concluzie, dacă la data simpozionului de la Biurakan distanța pînă la cele mai apropiate civilizații extraterestre (existente *simultan* cu noi!) era apreciată, conform estimării făcute de majoritatea experților, la 100—300 de parseci, acum, după 4 ani, trebuie să considerăm că această distanță este mai mare cel puțin cu un ordin de mărime. Iar dacă este așa, numărul civilizațiilor din sistemul nostru stelar cu greu depășește o mie, putînd fi, însă, și considerabil mai mic.

Să trecem acum la estimarea numărului de civilizații din Galaxie dintr-un punct de vedere total diferit, neastronomic. La baza discuției noastre situăm aspectul uman-futurologic al problemei. O caracteristică foarte importantă a dezvoltării vieții inteligente este tendința ei de *expansiune nelimitată* (creșterea exponențială a tuturor indicilor). Am și început să devenim conștienți de posibilitatea unor crize grave cu care s-ar putea confrunta dezvoltarea omenirii dat fiind că dimensiunile globului pămîntesc, ca și resursele lui neînlocuibile, sînt finite.

Într-o astfel de situație, cum să ne imaginăm dezvoltarea Pămîntului în continuare? Indiscutabil, trebuie să se pună capăt dezvoltării anarhice a forțelor de producție, distrugerii mediului ecologic și atitudinii barbare față de resurele naturale. Această problemă de cea mai mare importanță pentru întreaga omenire poate fi rezolvată numai prin triumful deplin pe Pămînt al societății construite pe o bază științifică, societatea comunistă. De la sine înțeles că trebuie să încercăm să facem tot posibilul și pînă atunci, cît timp planeta noastră este împărțită în state cu orînduiri sociale diferite. În acest articol, însă, pe noi ne interesează perspectivele mai îndepărtate ale dezvoltării omenirii. Firește, în prezent aceste perspective nu par tot atît de actuale ca problema conservării mediului înconjurător, problema exploziei demografice etc. Analizarea lor are totuși o importanță principială pe planul concepției despre lume.

Scanned with OKEN Scanner

De pe acum e clar că o creștere cantitativă exponențială a forțelor de producție poate face în perspectiva următorilor o sută de ani ca planeta noastră să devină inadecvată pentru viață (încălzirea excesivă a suprafeței Pămîntului, distrugerea păturii de ozon, suprapopularea, poluarea catastrofală a aerului și a apei etc.). Pornind de aici, diferiți autori din Occident susțin tot mai frecvent necesitatea de a se opri creșterea forțelor de producție și de a le supune pe viitor unei reglementări stricte (concepția unei civilizații „în stare de echilibru"). Dar este, oare, de conceput, o dezvoltare pur calitativă a vreunei civilizații (în speță a celei terestre), fără o creștere cantitativă, adică fără o expansiune continuă? Credem că nu. Cum se poate, de pildă, interzice unei astfel de civilizații cucerirea *spațiului cosmic* și folosirea resurselor lui materiale și energetice practic nelimitate? Cum se poate opri introducerea treptată în spațiul cosmic a unei tehnologii care dăunează mediului înconjurător și chiar îl distruge? Procesul, logic inevitabil, de cucerire a Cosmosului, proces care a început legic pe o treaptă determinată a dezvoltării civilizației, trebuie să continue inexorabil, așa cum s-a produs cucerirea de noi teritorii și a Oceanului mondial în epoca marilor descoperiri geografice.

Firește, noi înțelegem că cucerirea Cosmosului este un proces contradictoriu extrem de complex. În prezent, de pildă, nu se poate spune precis dacă ea va salva civilizația *noastră* de criza care se apropie. Problema constă în faptul că toate procesele globale (creșterea producției și a populației, poluarea mediului înconjurător) sînt *inerțiale*. Timpul necesar pentru frînarea parametrilor necontrolați ai dezvoltării ajunge acum pînă la limita unde coincide cu momentul izbucnirii crizei. Ceea ce înseamnă că, dacă „problemele pămîntești" vor fi lăsate în voia lor, n-ar mai prea rămîne timp pentru o cucerire *reală* a spațiului cosmic. Aprecierile corespunzătoare le vom face mai jos. De aici trebuie să tragem o concluzie fundamentală: pentru a cuceri efectiv Cosmosul trebuie „să facem ordine în propria casă", adică la noi pe Pămînt. Iar această problemă este, înainte de toate, *socială*.

O dezvoltare de esență a ideilor legate de analiza modelelor dinamice globale a fost realizată de două grupuri de autori sovietici[6]. În primul rînd ei au demonstrat matematic că

[6] V.A. Ghelovani ș.a. „Dokladî Akademii nauk", 1975, vol. 200, nr. 3, p. 536; V.A. Egorov. Preprint IPM nr. 65 (1975).

Scanned with OKEN Scanner

„echilibrul mondial" propus de D. Meadows și colaboratorii lui nu poate în nici un caz să prevină criza, ci doar să o amîne cu o sută-două de ani. De altfel în general modelul examinat de autorii americani nu admite soluții staționare „netriviale". Iar o soluție „trivială", dacă renunțăm la limbajul matematic, înseamnă *moarte* (mai precis, egalitatea cu zero a tuturor parametrilor modelului global, ca: nivelul producției, populația, poluarea mediului etc.). Ca alternativă autorii sovietici au elaborat și calculat un model din care „colapsul" — catastrofa — se elimină nu prin oprirea creșterii, ci prin dirijarea rațională a investițiilor. Pentru aceasta însă trebuie ca partea lor esențială (>50%) să fie dirijată spre refacerea resurselor și combaterea poluării mediului și a eroziunii terenurilor cultivabile. În esență acest model, care admite stări staționare „netriviale", înseamnă instaurarea pe planeta noastră a regimului unei nave cosmice locuite trimise într-o călătorie nedeterminat de lungă: fiecare gram de substanță trebuie ținut în evidență și totul trebuie să fie regenerat.

Constatăm de altfel că în ultimii ani, cînd se analizează perspectivele îndepărtate ale dezvoltării civilizației în legătură cu problema pluralității lumilor locuite, în Occident se vorbește tot mai des despre crize ale acestei dezvoltări care vor duce la schimbări radicale ale „strategiei".

În locul expansiunii nelimitate (întîi în cadrul planetei „proprii", apoi în Cosmos) poate veni o epocă a „pierderii interesului" și a unei „Polinezii interioare" (un fel de „rai local" care nu se dezvoltă).[7] Ar fi destul de absurd să polemizăm cu astfel de concepții, cu atît mai mult cu cît autorii consideră că pentru *anumite* civilizații, în *unele* etape ale dezvoltării lor, această situație este, în general, *posibilă*. Dar nu asta e problema! Principalul, după părerea noastră, îl constituie două împrejurări.

În primul rînd, în nici un caz nu se poate considera că această direcție a dezvoltării ar fi inevitabilă pentru *toate* civilizațiile.

În al doilea rînd, nu se poate cîtuși de puțin considera că „strategia comportamentului" unei civilizații ar fi neschimbătoare. Că așa stau lucrurile se vede din exemplul civilizației noastre terestre. Pînă acum strategia ei a constat în

[7] Vezi, de pildă, „Communication with Extraterrestrial Intelligence", Cambridge, Mass., 1973, p. 68.

Scanned with OKEN Scanner

expansiunea nelimitată. Să presupunem că pe viitor aceasta va fi înlocuită de strategia „echilibrului". Dar, ne putem întreba, ce garantează că peste un secol nu va triumfa din nou strategia expansiunii nelimitate?

Putem, așadar, să tragem concluzia fundamentală că cel puțin pentru o parte a civilizațiilor extraterestre ale „contemporanilor" noștri, norma de comportament o constituie strategia creșterii nelimitate (a „expansiunii"). Iar expansiune nelimitată înseamnă *în primul rînd* ieșirea în Cosmos și cucerirea întîi a părții lui apropiate, iar apoi și a celei mai depărtate. Tocmai o astfel de situație a prevăzut K.E. Țiolkovski încă la începutul secolului nostru.

Trebuie să subliniem că, deși există dificultăți uriașe, procesul cuceririi Cosmosului decurge foarte repede. Civilizația terestră este un exemplu elocvent în această privință. Era cosmică a pămîntenilor nu are nici 20 de ani. Dar în acest interval a fost rezolvat un număr gigantic de probleme științifice și tehnice. Stații automate interplanetare au fost de multe ori în vecinătatea tuturor planetelor interioare ale sistemului solar. Au fost plasați pe orbită sateliți artificiali ai lui Marte și Venus. A început studierea planetelor exterioare depărtate ale sistemului solar, Jupiter și Saturn. A avut loc și ceea ce nu de mult ar fi părut de domeniul fanteziei: Luna a fost vizitată de cosmonauți. În sfîrșit, stații automate au coborît lin pe suprafața Lunii, a lui Venus și a lui Marte. Cosmosul a început să lucreze pentru om. S-au produs schimbări revoluționare în sistemele mondiale de comunicații și de televiziune. A luat o mare dezvoltare studierea din Cosmos a resurselor planetei noastre. Serviciul meteorologic mondial a cunoscut transformări radicale.

Acesta este însă numai începutul. Urmează proiecte incomparabil mai grandioase. Să ne oprim, de exemplu, la proiectul elaborat la Universitatea Princeton de un grup de fizicieni și ingineri sub conducerea lui O'Neill[8]. Acest grup a elaborat un proiect tehnic foarte detaliat de construire și echipare a unor uriașe colonii cosmice. Prima treaptă a proiectului prevede asamblarea, în zona unui „punct de librație" a sistemului Lună-Pămînt (adică unul din cele două puncte de pe orbita Lunii aflate la egală distanță de centrul Pămîntului și centrul Lunii), a unei stații cosmice cu diametrul de 1,5 kilometri. Mișcarea de rotație a acestei stații va asigura pe

[8] Vezi volumul de față, p. 223

ea o forță gravifică egală cu cea de pe Pămînt. Înăuntrul ei se vor cultiva legume și fructe, va exista chiar un sector dezvoltat al creșterii animalelor, vor fi întreprinderi industriale. Cînd echiparea stației va fi gata, ea va fi un sistem autonom. Ea va putea găzdui pînă la 10 mii de oameni, pentru care se va crea un grad de confort mai ridicat decît pe Pămînt. Alegerea locului de asamblare (punctul de librație) este dictată de considerente de mecanică celestă: orice corp material din preajma acestor puncte poate rămîne acolo oricît de mult, mișcîndu-se în jurul Pămîntului pe orbita lunară.

Trebuie să menționăm că acest proiect este primul pas spre realizarea „orășelelor în eter" la care visa odinioară K.E. Țiolkovski. Numai că acest proiect a fost împins — cum am arătat deja — pînă la un calcul ingineresc riguros, bazat *exclusiv* pe nivelul tehnologiei *actuale*. Între altele, un aspect esențial al acestui proiect îl constituie folosirea amplă pentru construirea stației a așa numitelor „navete", adică a unor nave cosmice care pot fi folosite de multe ori, ceea ce ieftinește considerabil construcția cosmică. Aceste navete vor fi asimilate de tehnologia cosmică americană în următorii 2—3 ani. De remarcat că cea mai mare parte a materialelor necesare pentru construirea acestei colonii cosmice vor fi aduse de navete de pe Lună, cum a prezis cu clarviziune K.E. Țiolkovski.

Costul construirii unei astfel de colonii este apreciat la 100 de miliarde de dolari, iar durata construirii — la 15—20 de ani. Arătăm pentru comparație că proiectul american „Apollo", care a rezolvat cu succes problema ajungerii omului pe Lună, a costat în jur de 30 de miliarde de dolari, iar bugetul militar anual al S.U.A. trece de 100 de miliarde de dolari. Vom mai adăuga că rușinosul război din Vietnam a costat în ultimii 8 ani poporul american 130 de miliarde de dolari.

Construirea coloniei cosmice descrise mai sus va oferi mari avantaje. Nemaivorbind de posibilitățile unice de cercetare în științele fundamentale ale naturii, cu rezultate absolut inestimabile, această stație va deveni o sursă esențială de aprovizionare a Pămîntului cu energie. Energia solară, captată de un sistem de oglinzi plasate în jurul stației cosmice, va fi transformată și transmisă pe Pămînt sub formă de microunde cu ajutorul unor reflectoare speciale. Se pare că acest sistem are un randament foarte înalt: aproximativ 70%. S-a calculat că puterea fluxului de energie transmis

Scanned with OKEN Scanner

astfel va depăși puterea fluxului de țiței pompat prin proiectata conductă gigantică Alaska — S.U.A. La prețurile actuale ale combustibilului, valoarea anuală a acestei energii va fi de cel puțin 10 miliarde de dolari. Ceea ce înseamnă că întreaga cheltuială pentru amenajarea „coloniei cosmice" se va recupera în mai puțin de 10 ani!

După cum arată calculele, pe baza stației descrise mai sus se va putea trece la realizarea în Cosmos a unor construcții mult mai mari. Ele vor putea găzdui, fiecare, în condiții cît se poate de confortabile, 40—50 de milioane de oameni, cu alte cuvinte o populație cît a Franței. Pentru construirea și amenajarea unor astfel de construcții va fi nevoie de multe zeci de ani.

Așadar, asistăm la apariția unui nou domeniu extrem de important al tehnicii — ingineria cosmică. De pe acum se întrezăresc contururile viitoarei arhitecturi cosmice, poate cea mai importantă dintre artele secolului viitor.

Deocamdată nu se poate spune dacă Congresul S.U.A va adopta sau nu hotărîrea de a se trece la această construcție grandioasă în anii apropiați (e vorba, desigur, de prima etapă a proiectului grupului de la Princeton). Se știe doar că NASA studiază cu atenție acest proiect. Indiferent însă de termenele concrete care se vor hotărî pentru a începe construirea primei colonii cosmice, acest proiect are, cum vom vedea mai jos, o importanță principială pentru problema pe care o discutăm, deoarece el fundamentează posibilitatea absolut reală ca nu numai eroii cosmonauți, ci întreaga omenire să treacă dincolo de granițele Pămîntului pentru o intensă activitate de construcții, care în perspectivă va permite evitarea unor situații de criză. Să reținem că nivelul de elaborare tehnică a acestui proiect în prezent este incomparabil superior, să spunem, proiectului rachetei cu mai multe trepte elaborat de Țiolkovski la începutul secolului nostru. Îmbinarea acestei împrejurări cu evidenta cerere socială constituie garanția că proiectul descris mai sus va începe să fie realizat dacă nu în anii imediat următori, atunci în orice caz în următoarele 1—2 decenii. Ce resurse de substanță și de energie pot să fie folosite de civilizația noastră terestră în expansiunea ei în Sistemul Solar? Dacă nu luăm în calcul resursele conținute de materia Soarelui (în principiu poate fi folosită și o parte din această materie), în Sistemul Solar există în planete cel mult 10^{28} grame elemente grele. Firește, deocamdată nu ne e

Scanned with OKEN Scanner

ușor să ne imaginăm cum va fi prelucrată substanța din nucleele planetelor mari pentru a obține „cărămizile" necesare ingineriei cosmice. Trebuie să remarcăm, însă, că în această privință nu se prevăd nici un fel de greutăți de principiu (adică determinate de legile naturii). De reținut că substanța asteroizilor (în ciuda supozițiilor lui Țiolkovski) este evident insuficientă pentru viitoarea transformare de către omenire a Sistemului Solar. Masa însumată a tuturor asteroizilor nu depășește 10^{26} grame. Presupunînd că pentru crearea unei biosfere artificiale adecvate stratul de suprafață trebuie să fie de cel puțin cîteva zeci de kilograme pe centimetru patrat, se poate trage concluzia că suprafața totală a coloniilor cosmice construite din substanța asteroizilor va fi de numai 1000 de ori mai mare decît suprafața locuită a globului pămîntesc. Această cifră este, desigur, foarte mare, dar aproprierea substanței asteroizilor va fi numai prima etapă în transformarea deplină a Sistemului Solar.

Dacă în procesul acestei transformări se vor folosi resursele de substanță ale planetelor mari, suprafața biosfere artificiale din Sistemul Solar poate să fie de sute de mii de ori mai mare decît suprafața globului pămîntesc. De reținut că totodată se va capta și transforma aproximativ 10^{-3} din energia solară, adică o cantitate de ordinul a $3 \cdot 10^{30}$ erg/sec, de sute de mii de ori mai mult decît consumul actual de energie de pe Pămînt. În principiu suprafața biosferei artificiale din jurul Soarelui poate fi de sute de ori mai mare dacă se ține seama de faptul că nucleele elementelor ușoare hidrogen și heliu, care constituie partea principală a masei planetelor mari și a Soarelui, pot fi folosite pentru sinteza de nuclee grele („material de construcție" al biosferei) cu eliberarea unei cantități uriașe de energie termonucleară utilizabilă. Astfel, se poate vorbi de crearea în jurul Soarelui a unei biosfere artificiale a cărei suprafață va fi de sute de milioane de ori mai mare decît suprafața biosferei naturale terestre, dispunînd totodată de resurse de energie comparabile cu puterea strălucirii Soarelui (o așa-zisă „sferă Dyson", numită astfel după fizicianul american care a propus un proiect similar în anul 1959).

Deosebit de importantă este acum estimarea *scalei temporale* a acestei dezvoltări, care, lesne de înțeles, trebuie să fie exponențială. Presupunînd un indice de creștere de 15 ani (caracterizat de timpul de dublare a valorii numerice a

Scanned with OKEN Scanner

parametrilor), egal cu timpul necesar pentru a realiza proiectul grupului de la Princeton, se poate calcula că realizarea în Cosmos a unor colonii cu o populație de 10 miliarde de oameni va dura în jur de 250 de ani. Subliniem încă o dată că acest interval este de cel puțin două ori mai mare decît timpul care — după părerea unor autori — ne desparte de ivirea unei situații de criză.

La o astfel de creștere exponențială, timpul de însușire a tuturor resurselor materiale ale Sistemului Solar este în jur de 500 de ani. Chiar dacă se iau în considerare unele întîrzieri ale dezvoltării, legate de asimilarea noii tehnologii, și se adoptă un indice de creștere foarte „lent", 1% pe an, timpul necesar civilizației noastre pentru a-și însuși Sistemul Solar tot va fi de numai 2500 de ani. Aceasta este caracteristica creșterii exponențiale!

Firește, în prezent nu putem și nici nu e necesar să vorbim despre condițiile de viață pe o astfel de „super-biosferă". Se consideră, însă, sigur că o civilizație de acest gen se va deosebi calitativ de civilizația noastră actuală. Este important să subliniem că peste aproximativ 1000 de ani în fața acestei „civilizații de tip II" va sta, în esență, aceeași problemă cu care se confruntă în zilele noastre civilizația terestră „de tip I"[9]: caracterul limitat al resurselor unui sistem finit în cazul unei creșteri exponențiale a parametrilor dezvoltării lui. Rezolvarea acestei contradicții va impune inevitabil civilizației de tip II, cu uriașul ei potențial tehnologic, să-și aproprie întîi resursele zonelor apropiate ale Galaxiei, iar apoi ale întregului nostru sistem stelar. Va începe un proces de „difuzare" a civilizației de tip II în Galaxie, însoțit de transformarea pe o bază rațională a stelelor și îndeosebi a mediului interstelar. De altfel, ar fi mult mai corect să numim acest proces nu „difuzare", ci „propagarea undei de șoc" a inteligenței prin materia nevie.

Un model bun al acestui proces îl oferă cunoscuta construcție a lui Huyghens care descrie propagarea undei sferice de lumină. Fiecare punct al spațiului la care a ajuns excitația devine centrul unor unde sferice secundare. În cazul nostru rolul acestor „puncte" îl joacă steaua adecvată în jurul căreia coloniștii sosiți acolo construiesc, din resursele locale, o biosferă artificială — o sferă Dyson. Viteza de propagare a

[9] Folosim clasificarea civilizațiilor propusă în 1964 de N.S. Kardașev.

excitației va fi de ordinul $v = \frac{R}{t_2}$, unde $t_2 \sim 1000$ de ani — timpul caracteristic pentru construirea sferei Dyson, iar $R \sim 10$ ani-lumină — distanța medie pînă la stelele adecvate (de pildă, stele din clasa spectrală G). De aici urmează că $v \sim 3000$ km/sec., adică 1% din viteza luminii c. În acest caz, luînd în considerare dimensiunile maxime ale Galaxiei (aproximativ 100 mii de ani-lumină), timpul necesar colonizării și transformării întregului sistem stelar va fi de numai 10 milioane de ani. Această mărime se apropie de durata evoluției omului pe Pămînt și este extrem de mică în comparație cu cei mai mici timpi caracteristici din Galaxie. De exemplu perioada de revoluție a Soarelui și a stelelor vecine cu el în jurul nucleului Galaxiei este de aproximativ 200 de milioane de ani, pe cînd vîrsta Galaxiei depășește 10 miliarde de ani. Remarcăm că în această fază a dezvoltării indicii civilizației vor crește în timpul t nu după legea exponențială (viteza luminii fiind limitată), ci după legea puterilor, întîi t^3, iar apoi și mai încet, t^2 — ceea ce nu e greu de demonstrat.

Trebuie să subliniem că dezvoltarea contemporană a științelor naturii și experiența acumulată în cei 20 de ani de eră cosmică exclud posibilitatea existenței unor cauze naturale care ar face *în principiu* imposibilă o astfel de dezvoltare. Tabloul schițat mai sus (în special zborurile interstelare ale unor stații automate cu ființe inteligente naturale „înghețate" sau ființe inteligente artificiale specializate) nu contrazice nici una dintre legile cunoscute ale naturii. Dimpotrivă, el decurge logic din ele! Aceasta nu înseamnă, firește, că *oricare* civilizație *trebuie* să se dezvolte conform schemei de mai sus. Dar în cazul unei anumite părți din civilizațiile care au apărut în Galaxia noastră în cursul miliardelor de ani ai evoluției ei o astfel de dezvoltare trebuie în mod logic să fi avut loc, deoarece ea este alternativa la civilizația „stabilă" cu „o strategie de comportare" neschimbată.

K.E. Țiolkovski a relevat cu clarviziune, încă la începutul secolului nostru, posibilitățile „cosmice" nelimitate ale inteligenței. O apreciere reală a posibilităților și perspectivelor de dezvoltare ale științei și tehnologiei contemporane fundamentează pe deplin această idee a eminentului nostru gînditor, poate cea mai măreață dintre ideile formulate vreodată de om.

Scanned with OKEN Scanner

O civilizație galactică „de tip III", cu resursele ei de substanță de ordinul a 10^{43} gr. și cu resurse corespunzătoare, „astronomice", de energie, poate să treacă la realizarea unui plan de cucerire și transformare a Metagalaxiei. Aici ne ciocnim pentru prim oară de o situație nouă: timpul de cucerire trebuie, în orice caz, să *nu* fie *mai mic* decît vîrsta Metagalaxiei, pe care aici o identificăm cu Universul în expansiune.

Așadar, există temeiuri logice de a considera că măcar o anumită parte din civilizații au trebuit în procesul dezvoltării lor întîi exponențiale, iar apoi după legea puterilor, să devină un factor cu caracter cosmic, cuprinzînd în activitatea lor transformatoare diferite sisteme planetare, galaxii și chiar Metagalaxia. Numai că în acest caz ar trebui să ne așteptăm la *manifestări observabile* ale acestei activități cosmice inteligente. La timpul său (1962), i-am dat acestui fenomen denumirea de „minune cosmică". Enunțăm acum două fapte empirice fundamentale de o importanță hotărîtoare în problema discutată.

1. După cum putem aprecia în prezent, totalitatea observațiilor astronomice contemporane *exclud*, pare-se, existența undeva în Univers a vreunei „minuni cosmice".

2. Datele existente ale tuturor științelor despre Pămînt (inclusiv cele biologice și umaniste) exclud posibilitatea ca planeta noastră să fi fost vizitată sau colonizată de reprezentanții vreunor civilizații extraterestre.

Vom trece acum la o analiză mai amănunțită a acestor factori. De la sine înțeles că întotdeauna se vor găsi oameni — și printre ei destui oameni de știință (doar și ei sînt oameni...) — care să fie înclinați să considere vreun fenomen încă neînțeles din Cosmos drept o „minune cosmică". Primul caz de interpretare a unui fenomen natural ca o „minune cosmică" este ipoteza eminentului om de știință englez Haldane că exploziile novelor ar fi catastrofe nucleare care ar „pune punct" dezvoltării unor civilizații din Galaxie. Interesant că atunci cînd a fost emisă această ipoteză (1924) nici măcar nu se bănuia posibilitatea de a obține energia nucleară (de pildă, neutronul încă nu fusese descoperit). Dezvoltarea astronomiei a dovedit în mod incontestabil caracterul *natural* al exploziei novelor. Și totuși, este demnă de admirație clarviziunea strălucitului savant englez, care de la început a prevăzut uriașa primejdie potențială pe care o implică trezirea de către rațiune a unor forțe ale naturii. Un alt exemplu

Scanned with OKEN Scanner

de „minune cosmică“ iluzorie îl oferă etapa inițială a istoriei descoperirii pulsarilor în anul 1967.

Să mai dăm un exemplu. Una dintre cele mai complicate probleme ale astronomici actuale este problema nucleelor galactice și a uluitoarei lor activități. În ciuda volumului uriaș de date obținute prin observații, cuprinzînd tot spectrul electromagnetic, de la undele radio și pînă la razele gama, deocamdată sîntem încă departe de a înțelege aceste obiecte uluitoare. Această problemă a apărut de numai două decenii și este foarte grea, mai ales dacă ținem seama de depărtarea mare la care se află nucleele galactice și de dimensiunile lor mici. Autorul acestui articol presupune, ca și alți cîțiva specialiști, că nucleele galactice sînt gigantice „găuri negre“, cu mase de mii pînă la multe miliarde de mase solare, care s-au format absolut natural și legic în zonele centrale ale diferitelor galaxii în procesul evoluției acestora. Există și alte ipoteze, care încearcă să dea acestui fenomen altă explicație, dar tot pe deplin naturală. Dacă vrei, însă, poți — desigur, fără vreun temei serios — să consideri că nucleele galactice ar fi tocmai mult așteptata „minune cosmică“.

Entuziaștii „minunilor cosmice“ și-au pus și își pun multe speranțe în astronomia infraroșie, care se dezvoltă repede în ultimii ani. Trebuie să menționăm că pentru aceasta există temeiuri logice serioase. De fapt, o civilizație de tip II, care a construit în jurul stelei sale centrale o biosferă artificială, va emite inevitabil o radiație infraroșie a cărei temperatură trebuie să fie apropiată de cea a suprafeței Pămîntului, adică ~ 300° Kelvin. Ca urmare, o astfel de civilizație trebuie să fie observată de astronomi ca o sursă punctiformă de radiație infraroșie. Dacă „sfera Dyson“ nu este închisă sau are o porozitate mare (iar aceasta este situația cea mai verosimilă), atunci de o astfel de sursă trebuie să fie legată o stea mai mult sau mai puțin asemănătoare cu Soarele nostru.

Deși pînă acum s-au descoperit destul de multe surse infraroșii, toate au, fără dubiu, o origine cît se poate de naturală. Se poate, desigur, presupune că pe măsură ce sensibilitatea receptoarelor în infraroșu va spori, numărul de surse va crește considerabil și — cine știe — printre ele pot fi și unele artificiale. Autorul acestui articol presupune, însă, că simpla prezență a unei radiații infraroșii excesive în cazul vreunei stele care la prima vedere pare mai mult sau mai puțin normală nu permite să se spună nimic decisiv despre posibilitatea ca fenomenul să fie „artificial“. În astronomie crite-

Scanned with OKEN Scanner

riul ultim al adevărului îl constituie *practica observațiilor astronomice* și în primul rînd posibilitatea ca pe baza unei teorii corecte să se prezică noi rezultate observaționale, uneori total neașteptate. Numai această practică garantează dezvoltarea normală a științei noastre, o ferește de tot felul de rătăciri în care inevitabil cade gîndirea umană, care este departe de a fi perfectă. De pildă tocmai prin observații s-a demonstrat caracterul „natural" al pulsarilor, care sînt stele neutronice magnetizate, cu rotație rapidă. Autorul acestui articol nu se îndoiește că mai devreme sau mai tîrziu același lucru se va întîmpla și cu nucleele galactice sau cu oricare alte „pseudominuni" cosmice. „Prezumția caracterului natural", propusă de autorul acestui articol la Simpozionul de la Biurakan, trebuie respectată cu strictețe în cazul fiecărui semnal cosmic.

Un interes deosebit prezintă posibilitatea de a descoperi semnale radio de la civilizații tehnologice avansate, să zicem civilizații de tip II. De altfel, cum am amintit la începutul acestui articol, numeroși autori chiar reduc problema de ansamblu a civilizațiilor extraterestre la problema legăturilor radio cu ele (SETI). Noi am atras deja atenția că dacă, de exemplu, o astfel de civilizație se află în Nebuloasa din Andromeda (una dintre galaxiile cele mai apropiate, asemănătoare în multe privințe cu a noastră), atunci pentru ea strategia cea mai firească de comunicare ar fi să „țină" *toată* Galaxia noastră într-un fascicul radio cu caracteristici evidente de artificialitate. În acest caz semnalul s-ar transmite *concomitent* spre sute de miliarde de stele și se poate considera că toate civilizațiile din Galaxia noastră ar putea să-l capteze.

Să examinăm acum varianta în care o astfel de civilizație se află în Galaxia noastră. În acest caz ea ar putea să-și vestească existența tuturor „fraților întru inteligență" din Galaxie creînd un „pulsar artificial" — un radio-far al cărui fascicul se rotește după o lege „nenaturală" în jurul unui ax perpendicular pe planul galactic. Din faptul că, pe cît ne putem da seama, astfel de „pulsari artificiali" nu se observă, trebuie trasă concluzia că puterea lor este cel puțin de zeci de milioane de ori mai mică decît puterea maximă a strălucirii solare.

Firește aceste argumente nu sînt o demonstrație riguroasă a absenței „supercivilizațiilor", deoarece s-ar putea ca ele să folosească pentru comunicațiile interstelare și puteri mai

Scanned with OKEN Scanner

mici sau în general să urmeze o altă strategie în căutarea civilizațiilor și stabilirea contactului cu ele. Totuși, calculele noastre ar trebui să-i pondereze pe entuziaștii pragmatici. Rezumînd, trebuie să spunem că din faptul empiric al absenței „minunilor cosmice" rezultă *absența* din Galaxia noastră și din sistemele stelare vecine a vreunor supercivilizații, a căror „activitate cosmică" ar fi inevitabil sesizată de noi. De la sine înțeles, căutările în această direcție trebuie să continue, în conexiune cu dezvoltarea generală a cercetărilor radioastronomice.

În anii din urmă n-am dus lipsa a tot felul de ipoteze speculative despre vizite făcute pe Pămînt de extratereștri, atît în trecut cît și în prezent („farfuriile zburătoare"). Aceste ipoteze nu au, însă, nici un fel de bază științifică. Trebuie, de asemenea, să subliniem că dacă Pămîntul s-ar afla deja în spatele „undei de șoc" frontale a inteligenței care se propagă în Galaxie, ar trebui ca el să fi fost deja transformat radical. Dacă la început extratereștii s-ar fi limitat la vizite sporadice, ulterior procesul îndelungat de transformare a materiei care ar fi avut loc în spatele undei frontale a civilizației în dezvoltare nu putea să nu afecteze, și încă în mod radical, planeta noastră. Această împrejurare a fost relevată de curînd de cercetătorul american Hart[10].

Desigur, se pot găsi minți „radicale" care să încerce să explice însăși apariția vieții pe Pămînt și rezultatul evoluției ei, apariția vieții inteligente, prin intervenția conștientă a unor factori raționali extratereștri. Ducînd aceste „idei" mai departe nu este în general greu să se „explice" întregul tablou al lumii prin acțiunea unui factor cosmic „suprarațional". O obiecție concretă științifică la această concepție de-a dreptul religioasă este chiar istoria de 3 miliarde de ani a evoluției vieții pe Pămînt, condiționată de cauze imanente, descoperite de știință (selecția naturală darwiniană și mutațiile). Ca și în trecut, reprezentările religioase se află și în zilele noastre într-o contradicție ireductibilă cu știința.

Așadar, analiza faptelor prezentate exclude cu o mare probabilitate posibilitatea existenței unor supracivilizații nu numai în Galaxia noastră, ci și în tot sistemul local de galaxii (inclusiv Nebuloasa din Andromeda). Întrucît o anumită parte din civilizațiile mai primitive, de tipul celei de

[10] Vezi M.H. Hart, în „The Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society", 1975, vol. 16, nr. 2, p. 128.

Scanned with OKEN Scanner

pe Pămînt, depășind numeroase crize, trebuie să se angajeze pe calea expansiunii nelimitate, este logic inevitabilă concluzia că numărul civilizațiilor de tip „terestru" din sistemul local este fie neînsemnat, fie mai degrabă egal cu zero. Un răspuns mai precis s-ar putea da dacă s-ar ști ce fracțiune din civilizațiile primitive, învingînd „dificultățile creșterii", pornesc pe drumul expansiunii cosmice nelimitate. Deși deocamdată nu se poate face nici o estimare cantitativă, greu de presupus că această fracțiune trebuie să fie o mărime foarte mică. O afirmație contrară ar însemna fie a recunoaște inevitabilitatea pieirii aproape fiecărei civilizații pe planeta proprie încă înainte de ieșirea ei în Cosmos, fie adoptarea de către *toate* civilizațiile a strategiei „de echilibru" a „vîrstei de aur", cu pierderea totală a interesului față de Cosmos. Această din urmă posibilitate echivalează, însă, cu singurătatea noastră în Cosmos. Mai precis, inteligența ar fi în Univers un fel de ansamblu de focare separate, total izolate între ele.

O obiecție serioasă împotriva considerațiilor de mai sus despre probabilitatea ridicată a singurătății noastre într-o parte considerabilă a Universului ar fi, poate, că este inadmisibilă extrapolarea reprezentărilor noastre actuale despre civilizație, știință, tehnologie, strategie etc. asupra unor sisteme incomensurabil mai complexe cum sînt supercivilizațiile. Cît de periculoase sînt astfel de extrapolări se poate vedea din următorul exemplu amuzant. Unul dintre fizicienii cei mai mari ai secolului al XVII-lea, Huyghens, ca fiu (chiar și de frunte) al veacului său, credea în astrologie. Combinînd faptul astronomic că Jupiter are patru sateliți galileici (luni) cu prejudecata astrologiei că Luna este ocrotitoarea marinarilor, marele fizician olandez a ajuns la „concluzia" că suprafața lui Jupiter este însămînțată cu... cînepă, din care se făceau pînzele atît de necesare tehnologiei navale a vremii.

Există, însă, o deosebire de principiu între perioada lui Huyghens și sfîrșitul secolului al XX-lea. Atunci, știința, cunoașterea lumii înconjurătoare abia își începea drumul triumfal. Acum, se poate spune că se cunosc destul de bine legile fundamentale ale naturii care reglementează comportarea materiei la nivelurile „microscopic", atomic și, în măsură importantă, nuclear. În această ordine de idei nu este lipsit de interes să arătăm că cunoașterea legilor fundamen-

Scanned with OKEN Scanner

tale ale naturii nu respectă cîtuși de puțin legea exponențială. Exponențial cresc „numai" parametrii activității practice a civilizației și complexitatea sistemelor studiate și asimilate de ea.

Secolul al XIX-lea nu a dat științei mai puțin decît secolul al XX-lea. Și, desigur, orice fizician serios știe că prima treime a secolului al XX-lea a produs un număr de descoperiri fundamentale considerabil mai mare decît cei patruzeci de ani următori. Presupunem că aceasta nu e întîmplător, ci o expresie a cognoscibilității numărului finit de legi obiective fundamentale ale naturii.

Tabloul cunoscut de noi al Universului existent în mod obiectiv și care se supune legităților sale exclude prezența în el a vreunei activități raționale la scară cosmică, deoarece rațiunea nu poate să transforme obiecte cosmice fără ca activitatea ei „să fie vizibilă" pentru noi. Esențial este că nivelul tehnicii folosite de astronomia actuală pentru observații e absolut suficient în acest scop.

Astfel, după părerea noastră, concluzia că sîntem singuri, dacă nu în întregul Univers, în orice caz în Galaxia noastră sau chiar în sistemul local de galaxii este în prezent, nu mai slab ci considerabil *mai puternic* întemeiată decît concepția tradițională a pluralității lumilor locuite. Considerăm că această concluzie (sau chiar posibilitatea acestei concluzii!) are o importanță excepțională pentru filozofie. De altfel, chiar după ideile „optimiste" aflate în circulație, conform cărora civilizațiile extraterestre cele mai apropiate se află la 200—300 de parseci de noi, trebuie să considerăm că sîntem *practic singuri*, pentru că într-o galaxie cu o rază de 300 de parseci sînt aproximativ 10 milioane de stele, ceea ce demonstrează convingător că viața inteligentă este un fenomen rar în Univers.

După părerea noastră, concluzia că sîntem singuri în Univers (dacă nu în mod *absolut*, atunci *practic*) are o mare semnificație etică pentru omenire. Valoarea realizărilor noastre tehnologice și mai ales a celor umaniste crește nemăsurat. Conștiința faptului că sîntem un fel de „avangardă" a materiei, dacă nu în întregul Univers, în orice caz într-o uriașă parte a lui, trebuie să fie un stimul puternic pentru activitatea creatoare a fiecărui individ și a întregii omeniri. Va crește imens răspunderea omenirii față de caracterul excepțional al sarcinilor sale. Va deveni cît se poate de clară inadmisibilitatea instituțiilor sociale atavice, a războaielor

Scanned with OKEN Scanner

absurde și barbare, a distrugerii sinucigașe a mediului înconjurător.

Conștiința fermă că nimeni nu ne va da sfaturi cum să luăm în stăpînire Cosmosul și ce strategie să folosească civilizația noastră unică trebuie să educe simțul răspunderii atît pentru actele fiecărui individ, cît și pentru cele ale întregii omeniri. Fără îndoială că revenirea dialectică la o variantă extrem de originală a concepției geocentrice (mai exact, antropocentrice) va pune într-un mod nou problema locului omului în Univers.

Scanned with OKEN Scanner

V.S. TROIȚKI

CĂUTAREA CIVILIZAȚIILOR EXTRATERESTRE: O STRATEGIE NOUĂ*

De peste 20 de ani oamenii de știință urmăresc undele radio care vin dinspre stele, în speranța de a găsi dovezi de existență a vieții inteligente în Univers.

Și în toți acești ani problema existenței vieții și inteligenței în Univers a fost obiectul unor intense cercetări, observaționale și teoretice (inclusiv filozofice). S-a observat emisia radio pe 21 cm a sute de stele apropiate de tip-Soare, au fost elaborate problemele teoretice ale populației stelare a Galaxiei și s-au studiat posibilele legități și condiții ale dezvoltării civilizațiilor, s-au perfecționat metodele de căutare a unor semnale artificiale și a unor paleocontacte. Totuși străvechea dilemă între pluralitatea lumilor locuite și unicitatea civilizației terestre rămîne nerezolvată, deoarece în cazul ambelor puncte de vedere există argumente „pro" și „contra", care în esență se bazează pe următoarele aserțiuni:

1. Viața apare în Univers neîntrerupt de 10—12 miliarde de ani, de cînd au luat naștere stelele din generația a II-a, cu sisteme planetare.

2. Viața are o tendință de expansiune nelimitată, de a ocupa maximum de spațiu.

3. Evoluția unei civilizații tehnologice duce inevitabil la stăpînirea unei energii nelimitate.

4. Nu se observă dovezi evidente de existență a unor civilizații extraterestre, de pildă semnale puternice și „mi-

* „Zemlia i vselennaia", nr. 6, 1983.

Scanned with OKEN Scanner

nuni cosmice". Nu există dovezi că Pămîntul ar fi fost colonizat de alte civilizații.

Pînă de curînd, prima teză era considerată ceva de la sine înțeles. Toate calculele teoretice cu privire la populația stelară a Galaxiei, efectuate pentru prima oară de F. Drake, se bazau pe această supoziție nu prea evidentă. Ipoteza că viața, inclusiv cea rațională, se răspîndește nelimitat decurge din întreaga experiență a civilizației noastre. Acest lucru l-au arătat în repetate rînduri I.S. Șklovski și alții.

Teza că o civilizație poate să dispună de o cantitate nelimitată de energie a fost enunțată de N.S. Kardașev, care a pornit de la extrapolarea producției de energie a civilizației terestre. Neîndoielnic, indicele producției de energie a unei civilizații înglobează toți ceilalți indici ai nivelului civilizației, pentru că producția de energie este baza progresului tehnic și social.

În sfîrșit, ultima aserțiune reflectă date obținute prin experimente și observații mai ales în U.R.S.S. și S.U.A.: rezultatele negative pe care le-a avut căutarea specială a unor semnale radio, absența unor „minuni cosmice" etc.

Să examinăm concluziile care decurg din aceste teze.

De la apariția vieții și pînă la ivirea rațiunii pe Pămînt au trecut aproximativ 4 miliarde de ani. Întrucît considerăm reală nașterea vieții în Univers în decursul ultimilor 10—12 miliarde de ani, este verosimil ca în prezent să existe civilizații foarte „bătrîne", care poartă pe umeri miliarde de ani de eră tehnologică. Ca urmare, aceste civilizații bătrîne dispun de posibilități nelimitate (în primul rînd în producția de energie). Ele sînt capabile să construiască la scară cosmică, să zboare prin Cosmos cu o viteză apropiată de cea a luminii și să viziteze alte sisteme planetare, să populeze planete nelocuite și chiar să creeze așezări în jurul stelelor adecvate care nu au sistem planetar, în sfîrșit să trimită puternice semnale radio și luminoase spre alte stele și galaxii. O civilizație care dispune de astfel de posibilități și de o durată mare a erei tehnologice ar fi trebuit să se extindă în întreaga Galaxie, să-și apropie sistemul nostru stelar și, în special, Pămîntul.

Un mare număr de autori străini au făcut estimări ale timpului minim necesar pentru cucerirea Galaxiei, pornind de la un scenariu simplu: zborul unui număr suficient de indivizi pînă la steaua cea mai apropiată cu o viteză de 0,1 c, înmulțirea timp de aproximativ un mileniu și din nou zborul

Scanned with OKEN Scanner

unui grup spre steaua cea mai apropiată următoare etc. Estimările timpului necesar în diferitele variante ale scenariului oscilează între cîteva milioane și cîteva zeci de milioane de ani. Esențialul este că pe măsură ce calculele cîștigă în precizie crește continuu durata estimată a acestei cuceriri. Se consideră că o civilizație va realiza inevitabil acest scenariu deoarece nu există legi fizice care s-o împiedice și are suficient timp la dispoziție.

Totuși nu se observă puternice emisii radio și luminoase din Cosmos, nu se găsesc urme de colonizare a Pămîntului și de paleocontacte, nu s-a depistat deocamdată nici o „minune cosmică". Din această contradicție între presupus și observat I.S. Șklovski și unii autori din alte țări trag concluzia că, probabil, civilizația noastră este singura din Galaxie. Premisa acestor păreri este supoziția că ipoteza adoptată cu privire la apariția și dezvoltarea civilizațiilor extraterestre este adevărată și că datele observației sînt demne de încredere.

Există și alte explicații, mai puțin radicale, ale tăcerii Cosmosului, explicații care modernizează ipoteza. De exemplu: durata de existență a civilizațiilor extraterestre în faza dezvoltării tehnologice este mică și ele pur și simplu nu reușesc să cucerească Galaxia, să trimită semnale puternice, deoarece survine pieirea lor inevitabilă în urma unui război nuclear, a epuizării resurselor planetei, a poluării mediului vital, a unor schimbări genetice sau a altor cauze încă necunoscute. Se dau chiar durate de existență în faza tehnologică — între 100 și 10 000 de ani.

Teza unei durate finite a civilizației nu pare însă convingătoare. Mai degrabă, durata civilizației va fi determinată de durata Universului. De aceea un șir de cercetători explică tăcerea Cosmosului prin pierderea de către civilizații a interesului pentru cercetări, călătorii cosmice și expansiune în Cosmos.

După părerea noastră, concluzia radicală a unicității civilizației terestre este inacceptabilă deoarece în prezent nici astronomia, nici fizica, nici biologia, nici filozofia nu au nici un fel de argumente împotriva posibilității existenței vieții raționale în alte sisteme planetare. Dimpotrivă, concluzia posibilei pluralități a lumilor locuite devine tot mai puternică pe măsură ce sporesc cunoștințele pe care le avem despre lumea exterioară și despre civilizația noastră.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 1

Existența civilizațiilor extraterestre

Știința	Fapte	Pluralitate	Unicitate
Fizică Chimie Astronomie	Identitatea legilor fizice și chimice în Univers	+	—
Astronomie	Caracterul obișnuit al Soarelui și al Galaxiei. Numărul mare de stele similare Soarelui în Galaxie și al galaxiilor similare în Univers.	+	—
Astronomie	Abundența de stele duble, măsurători indirecte care indică existența unor planete extrasolare	+	—
Radioastronomie	Abundența de compuși organici descoperiți în Galaxie și în alte galaxii	+	—
Chimie Cosmologie	Descoperirea evoluției chimice a Universului	+	—
Biologie	Existența evoluției biologice legice, apariția prin evoluție a civilizației terestre	+	—

Acceptînd ideea pluralității lumilor locuite și respingînd unicitatea ca fiind și mai greu de explicat științific, implicit spunem: „Este nevoie de alte concepții teoretice despre legitățile și condițiile dezvoltării civilizațiilor extraterestre".

Sîntem de părere că se impune o revedere radicală a tezelor teoretice despre apariția și legitățile dezvoltării civilizațiilor extraterestre. După toate aparențele, ipoteza cu privire la felul cum evoluează civilizațiile extraterestre a intrat în impas în primul rînd din cauza extrapolării liniare a posibilităților energetice și, în al doilea rînd, din cauza concepției înrădăcinate că viața apare neîntrerupt în Univers. Ca urmare, noi excludem posibilitatea folosirii unei energii nelimitate și apariția neîntreruptă a vieții.

Vom considera că longevitatea unei civilizații este nelimitată. Ce rezultă de aici?

Noi afirmăm că *posibilitățile energetice ale unei civilizații, oricît de veche și de puternică ar fi ea, sînt cu totul limitate.*

Scanned with OKEN Scanner

Aceasta se întîmplă mai ales pentru că spațiul locuit de o civilizație este limitat. Întrucît o civilizație este o comunitate de ființe raționale unite prin schimbul de informație, masă și energie, o astfel de comunitate nu poate avea dimensiuni care necesită timpi lungi pentru schimburile dintre părțile ei. Viteza schimbului este limitată de viteza luminii. Abordarea problemei în acest mod vădește caracterul nereal al unirii civilizațiilor stelare într-una singură, să zicem galactică. Schimbul de informații în cadrul Galaxiei cu viteza luminii necesită milenii, ceea ce înseamnă că legăturile dintre civilizațiile stelare vor fi extrem de slabe și puțin eficiente, poate chiar neindicate. Pe de altă parte, mediul locuibil este limitat la volumul în care se poate folosi energia „gratuită" a stelei proprii. Aceasta va face inevitabil să fie locuită numai zona îngustă din jurul stelei proprii unde fluxul de energie luminoasă creează condițiile de temperatură necesare dezvoltării unei civilizații. În cazul Soarelui acest interval este mai mic decît distanța dintre Venus și Marte.

Faptul că volumul pe care-l poate ocupa o civilizație este limitat impune și limitarea producției de energie înăuntrul lui, pentru a conserva mediul habitatului. (Producția nu trebuie să depășească o sutime sau chiar o miime din energia care parvine direct de la stea, altfel survenind supraîncălzirea mediului). Rezultă că și construcțiile de inginerie cosmică vor dispune de posibilități energetice modeste și vor avea dimensiuni mai modeste decît obiectele naturale.

A aștepta „minuni" de genul mutării unor stele și planete este cel puțin o fantezie. Ce-i drept, legile fizicii nu împiedică o astfel de mutare, dar cînd socotești ce energie este necesară, ce echipamente trebuie să fie create pentru a asigura acțiunea energiei asupra obiectului mutat și cît timp cere așa ceva, te poți convinge că astfel de posibilități sînt absolut irealizabile. În plus apare o problemă: la ce i-ar folosi acest lucru unei civilizații? Ajungem astfel la o nouă categorie de restricții — *utilitatea socială* și *realizabilitatea practică*.

Problema principală a oricărei civilizații va fi cea a producției de energie. O civilizație trebuie să socotească strict cîtă energie se cheltuiește și pentru ce. Problema nu rezidă în producerea energiei, ci în limitarea producerii ei, impusă de necesitatea de a feri habitatul de poluare și supraîncălzire.

Se ivește încă o problemă: pierderea de energie în afara spațiului ocupat de civilizație. Se accentuează și tendința

Scanned with OKEN Scanner

de a folosi energia mai curată, nepoluantă a stelei proprii. Desigur, cea mai mare parte a energiei trebuie să fie folosită pentru satisfacerea nevoilor interne, ceea ce reiese și din exemplul civilizației noastre.

Așadar, nu are loc o creștere nelimitată a producției de energie, proclamată ca obligatorie pentru dezvoltarea unei civilizații. Maximum ce poate folosi o civilizație este o miime din energia stelei sale atunci cînd civilizația se strămută în „orașele din eter", care înconjură întreaga stea ca o sferă compactă. Orașele din eter trebuie să se deplaseze în jurul stelelor pe orbite cu raza în limitele zonei locuite și să fie dispuse astfel încît nici un oraș să nu umbrească altele. Atunci va avea loc captarea deplină a energiei stelei proprii și retransmiterea ei în spectrul de unde infraroșii. Se obține o sferă dinamică de orașe în eter Țiolkovski-Dyson. Întrucît producția de energie în habitat nu poate depăși o miime din energia folosită de la steaua proprie, în cazul stelelor de tip-Soare această miime va reprezenta 10^{23} W.

Pentru ca o civilizație să „preia" întreaga energie a unei stele, de pildă a Soarelui, ar trebui să se creeze 10^9 așezări de dimensiunea Pămîntului care să *orbiteze* în jurul Soarelui la distanțe de 0,5—1,5 unități astronomice. Un astfel de sistem cu greu ar putea fi stabil. Dacă este posibilă mișcarea stabilă a 10^4 astfel de planete artificiale, energia captată de la Soare va reprezenta numai 10^{-5} din radiația lui, iar producția suplimentară de o miime din această energie va duce la stăpînirea unei energii de numai 10^{-8} din cea solară, adică în jur de 10^{18} W. Aceasta înseamnă de 10^5 ori mai mult decît produce civilizația noastră în prezent. Și avînd în vedere că populația din jurul stelei va crește și ea de 10^4 ori, creșterea reală a consumului de energie pe individ va fi de numai 10 ori — aceeași limită ca și pentru Pămînt.

Astfel, chiar și o supercivilizație stelară dispusă pe zece mii de sfere de dimensiunile Pămîntului va fi tot atît de presată de consumul de energie ca și civilizația noastră.

Am examinat numai restricțiile fizice și biologice ale creșterii producției de energie. Iar cele economice și sociale pot fi și mai crîncene.

Considerentele prezentate explică de ce nu trebuie să ne așteptăm la semnale radio puternice sau la diferite „minuni cosmice".

Scanned with OKEN Scanner

De altfel, restricțiile indicate nu interzic zborurile interstelare, de exemplu, cu o viteză de 0,1 c, care deși necesită o energie uriașă sînt totuși pe deplin realizabile. Astfel o cantitate mare de energie (10^{18}—10^{20} W), necesară lansării navei, poate să înceapă să se disipeze destul de departe dincolo de limitele habitatului. Nu mă îndoiesc că la sfîrșitul secolului al XXI-lea o astfel de navă, încă nelocuită, va fi trimisă de pe Pămînt spre una dintre stelele cele mai apropiate. Iar aceasta înseamnă că este îndoielnic ca necesitatea de a limita consumul de energie să impună renunțarea la cucerirea altor lumi și că întrebarea de ce nu a fost colonizat Pămîntul și nu există urme de paleocontacte rămîne în vigoare. Răspunsul la această întrebare a fost legat de limitarea strictă a duratei erei tehnologice a civilizațiilor extraterestre. Se susține că o dată ajunsă în această perioadă o civilizație ar pieri repede în mod inevitabil ca urmare a efectului ireversibil al poluării mediului prin procesele tehnogene sau ca urmare a unei catastrofe nucleare. S-au emis supoziții că tendința de expansiune nelimitată poate să dispară, de exemplu, cînd o civilizație își pierde interesul pentru cunoștințe și pentru cercetarea Universului sau optează pentru izolare. E însă greu să acceptăm așa ceva, deoarece încetarea expansiunii și pierderea interesului pentru cercetarea Universului înseamnă degradarea civilizației, pieirea ei.

Ideii apariției continue a vieții i se poate opune o altă ipoteză: *viața a apărut în Univers deodată, pretutindeni în același timp, într-o anumită fază a dezvoltării Universului*, așa cum, de exemplu, are loc schimbarea de fază spre o nouă stare a unei substanțe cînd ea atinge o anumită temperatură. După apariția ei eruptivă pe planetele adecvate, viața se dezvoltă evolutiv de la celulă pînă la ființa rațională.

Din această ipoteză decurge că viața în Univers, sau, măcar, în Galaxia noastră, a apărut, ca și pe Pămînt, în urmă cu 4 miliarde de ani. Acesta a fost intervalul necesar pentru apariția ființelor raționale și a civilizațiilor tehnologice pe Pămînt. Viteza evoluției biologice este determinată, cel mai probabil, de legi interne și nu de condițiile mediului. Aceasta înseamnă că dispersia timpilor necesari pentru apariția civilizațiilor tehnologice este neînsemnată și că ele apar cam în același timp. Chiar dacă decalajul atinge un milion de ani, acest interval este evident insuficient pentru cucerirea întregii Galaxii.

Scanned with OKEN Scanner

Astfel ajungem la concluzia că absența unor semnale puternice, a „minunilor cosmice" și a unor indicii de activități astroingineresti este legată de restricția puternică a capacităților energetice ale unei civilizații. Absența paleocontactelor este condiționată parțial de problema energetică, dar, poate, se explică și prin apariția mai tîrzie a vieții în Univers, brusc și sub forma unei explozii.

Această ipoteză și restricțiile energetice examinate ridică noi cerințe în fața strategiei căutării unor semnale de origine artificială, intenționate sau întîmplătoare, legate de activitatea tehnologică a civilizațiilor extraterestre. Cu alte cuvinte, acum trebuie să căutăm civilizații al căror nivel tehnic este analog nivelului civilizației noastre și nu civilizații care au depășit-o considerabil pe cea terestră în dezvoltarea lor.

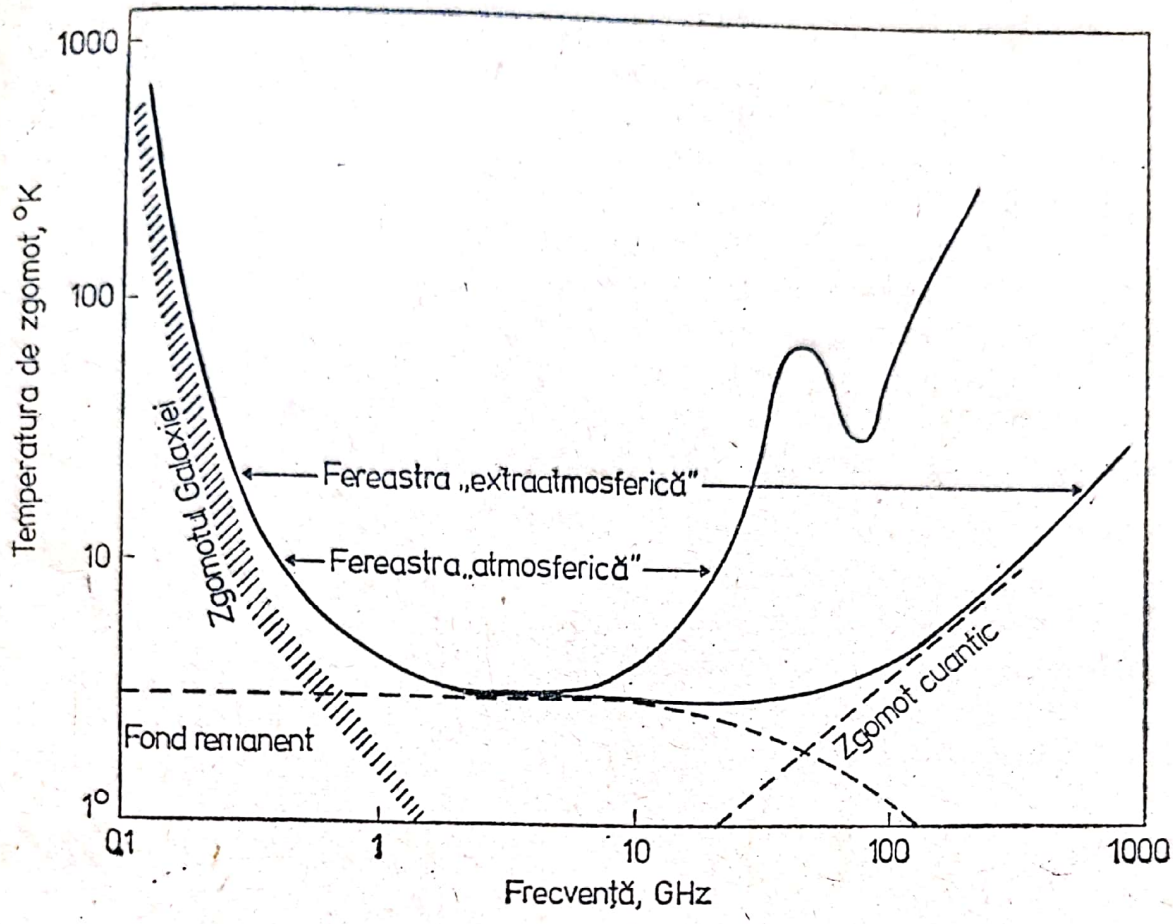
TABELUL 2

Purtătorii de informație despre civilizațiile extraterestre

Purtător	Caracteristică
Unde electromagnetice	Minimum de cheltuieli energetice
Radio	Minimum de zgomote, permeabilitate
Optic	Zgomote cuantice
Roentgen	Zgomot, absorbție
Unde gravitaționale	Nu există generatoare puternice și receptoare sensibile
Neutrino	Valori scăzute ale secțiunii eficace de interacție
Electroni	Sensibilitate scăzută a receptoarelor
Nave, sonde	Cheltuieli energetice mari pentru generarea fasciculului de electroni. Devierea electronilor în cîmpii magnetici din Cosmos și absorbție
Purtători biologici	Cheltuieli mari de energie sau de timp
Codul genetic	Problema extracției

În anii din urmă, ca rezultat al dezvoltării experimentale și teoretice a strategiei și metodelor de căutare a civilizațiilor extraterestre, s-a precizat purtătorul optim de informație — undele radio; au fost elaborate metode care elimină ne-

Scanned with OKEN Scanner



Graficul indică gama optimă de lungimi de undă pentru căutarea semnalelor unor civilizații extraterestre. În gama 1—100 GHz zgomotele galactice și cuantice sînt minime. O scădere esențială a cheltuielilor energetice are loc în gama 100—300 GHz.

determinarea căutării sub raportul spațiului, timpului și frecvențelor. A devenit clar că unda optimă este determinată de cerințe energetice și că de aceea ar fi vorba mai degrabă de unde milimetrice, care necesită pentru comunicații o putere cu 3—4 ordine de mărime mai mică decît unda de 21 cm. A reieșit că, folosind unde milimetrice, chiar și mijloacele tehnice actuale pot asigura legătura interstelară în limitele Galaxiei noastre!

Omul de știință sovietic P.V. Makovețki a propus să se efectueze observații pe direcții relevate de natură, să spunem în direcția obiectelor remarcabile din Galaxie și să se sincronizeze începutul observațiilor cu evenimente deosebite din Galaxie, de exemplu explozii de nove și supernove. Fără îndoială că mai devreme sau mai tîrziu toate civilizațiile extraterestre vor ajunge la o soluție analogă, iar atunci se vor cheltui pentru căutare mijloace relativ modeste.

Scanned with OKEN Scanner

Considerațiile conform cărora consumul de energie trebuie să fie limitat fac absolut inevitabilă căutarea de semnale foarte slabe, în care scop se impune sporirea cu 3—4 ordine de mărime a sensibilității, ceea ce în principiu este realizabil și la radiotelescoapele actuale.

Astfel, munca desfășurată ani de-a rîndul în problema civilizațiilor extraterestre a permis o înțelegere mai profundă a situației legate de existența vieții inteligente în Univers și totodată a ridicat probleme noi, a împins căutarea vieții inteligente pînă la o nouă frontieră, la un nivel teoretic și experimental calitativ superior.

Scanned with OKEN Scanner

GERARD K. O'NEILL

COLONIZAREA SPAȚIULUI COSMIC*

Ideile noi sînt controversate cînd contestă ideile tradiționale, dar și tradiția se schimbă cu timpul, uneori surprinzător de repede. Este ortodox, de exemplu, să crezi că Pămîntul este singurul habitat practic pentru om și că specia umană se apropie de ultimele ei limite numerice. Eu consider, însă, că am ajuns acum în punctul cînd putem, dacă vom opta pentru aceasta, să construim habitaturi noi, de departe mai confortabile, mai productive și mai atractive decît cea mai mare parte a Pămîntului.

Deși ideile despre migrația în spațiul cosmic sînt vechi de cînd literatura științifico-fantastică, baza tehnică a unor calcule serioase nu a existat pînă la sfîrșitul anilor '60. În plus, o „capcană" mentală — ideea fixă a planetelor ca locuri pentru colonii — pare să-i fi prins aproape pe toți care au examinat problema, inclusiv — destul de curios — pe aproape toți autorii de science-fiction. Cu cîteva luni în urmă am aflat că pionierul Cosmosului Konstantin Țiolkovski a fost, în viziunea lui despre viitor, unul dintre primii care au scăpat de această capcană.

Din întîmplare, și inițial aproape în glumă, m-am apucat de unele calcule în anul 1969, la început ca un exercițiu pentru studenții cei mai ambițioși ai unui curs introductiv de fizică. Cum se întîmplă uneori în științele exacte, ceea ce începuse în glumă a trebuit să fie luat în serios cînd cifrele

* „Physics Today", septembrie 1974.

au început să se potrivească. Au urmat cîțiva ani de încercări zadarnice de a obține publicarea acestor studii.

Am fost sfătuit de prieteni să-mi „popularizez" ideile sub forma unor prelegeri de fizică în universități. Ecoul pozitiv (mai ales din partea studenților) m-a încurajat să sap mai adînc în căutarea răspunsurilor la chestiuni privind pericolul meteoriților, productivitatea agricolă, surse de materiale, economie și alte teme. Rezultatele studiului au arătat că:

• *putem* să colonizăm spațiul cosmic și o putem face fără să jefuim pe cineva, să dăunăm cuiva, sau să poluăm ceva;

• dacă se începe curînd, aproape întreaga noastră activitate industrială ar putea să fie scoasă în afara fragilei biosfere a Pămîntului în mai puțin de un secol;

• imperativele tehnice ale acestui gen de strămutare a oamenilor și industriei în spațiul cosmic par să încurajeze autoaprovizionarea, unități administrative de dimensiuni mici, diversitatea culturală și un înalt grad de independență;

• limita ultimă numerică a speciei umane în noile frontiere este de cel puțin 20 000 de ori cifra actuală.

Cum se poate produce colonizarea? Ea este posibilă chiar și cu tehnologia existentă dacă se adoptă căile cele mai eficiente. Este nevoie de metode noi, dar nici una nu iese din raza cunoștințelor actuale. Obiectivul este de a asigura fezabilitatea economică a colonizării spațiului acum, iar cheia este să tratăm regiunea din afara Pămîntului nu ca un vid, ci ca un mediu de cultură bogat în materie și energie. Pentru a trăi normal, oamenii au nevoie de energie, aer, apă, sol și gravitație. În spațiu există energia sigură a Soarelui și folosirea ei este avantajoasă; Luna și centura de asteroizi pot furniza materialele necesare, iar accelerația mișcării de rotație poate suplini gravitația Pămîntului.

Pînă acum explorarea Cosmosului a constat, ca și explorarea Antarcticii înaintea ei, în expediții științifice de scurtă durată și total dependente de proviziile aduse de acasă. Dacă, însă, folosim materia și energia disponibile în spațiu pentru a coloniza și a construi putem obține o producție mare de alimente și bunuri materiale. Ulterior, într-un interval destul de scurt ca să fie util, creșterea exponențială a

Scanned with OKEN Scanner

coloniilor poate să atingă punctul în care ele să aducă mari beneficii întregii specii umane.

Pentru a arăta că avem capacitatea tehnologică de a începe o astfel de dezvoltare încă de acum, discuția noastră se va limita la tehnica anilor '70, presupunînd numai structuri materiale deja existente. Pentru o dezvoltare care poate dura 100 de ani, această supoziție este nerealist de conservatoare. Vom examina comunitățile spațiale individuale — structura și înfățișarea lor și activitățile posibile ale locuitorilor, relațiile acestora cu spațiul din jur, sursele de hrană, călătoriile între comunități și spre Pămînt, economia coloniilor și planurile lor de creștere. Așa cum se obișnuiește în fizică, merită să examinăm cazurile limită: pentru acest studiu limitele sînt o comunitate spațială finală unică cu dimensiuni determinate de rezistența materialelor și un prim model pentru care se pot face estimări rezonabile ale costului. Scopul propunerii noastre va fi mai clar dacă discutăm întîi comunitatea mare.

Un habitat cilindric

Forma fiecărei comunități spațiale este stabilită destul de corect dacă întrunește următoarele cerințe: gravitație normală, ciclu normal zi-noapte, lumină naturală solară, aspect terestru, folosirea eficientă a energiei solare și a materialelor. Cea mai eficace formă care satisface toate aceste condiții pare să fie o pereche de cilindri. Calculul de eficiență a folosirii materialelor tinde să limiteze dimensiunea lor la aproximativ 4 mile în diametru și poate aproximativ 16 mile în lungime (vezi figura 1). În aceste perechi de cilindri întreaga suprafață este afectată pentru spațiul de locuit, parcuri și păduri, cu lacuri, rîuri, iarbă, copaci, animale, păsări, un mediu asemănător celor mai atractive peisaje de pe Pămînt; agricultura se practică în altă parte. Circumferința este împărțită în benzi alternative: suprafețe de pămînt („văi") și ferestre („solarii"). Perioada de rotație este de două minute, iar axele cilindrilor sînt totdeauna îndreptate spre Soare.

Scanned with OKEN Scanner

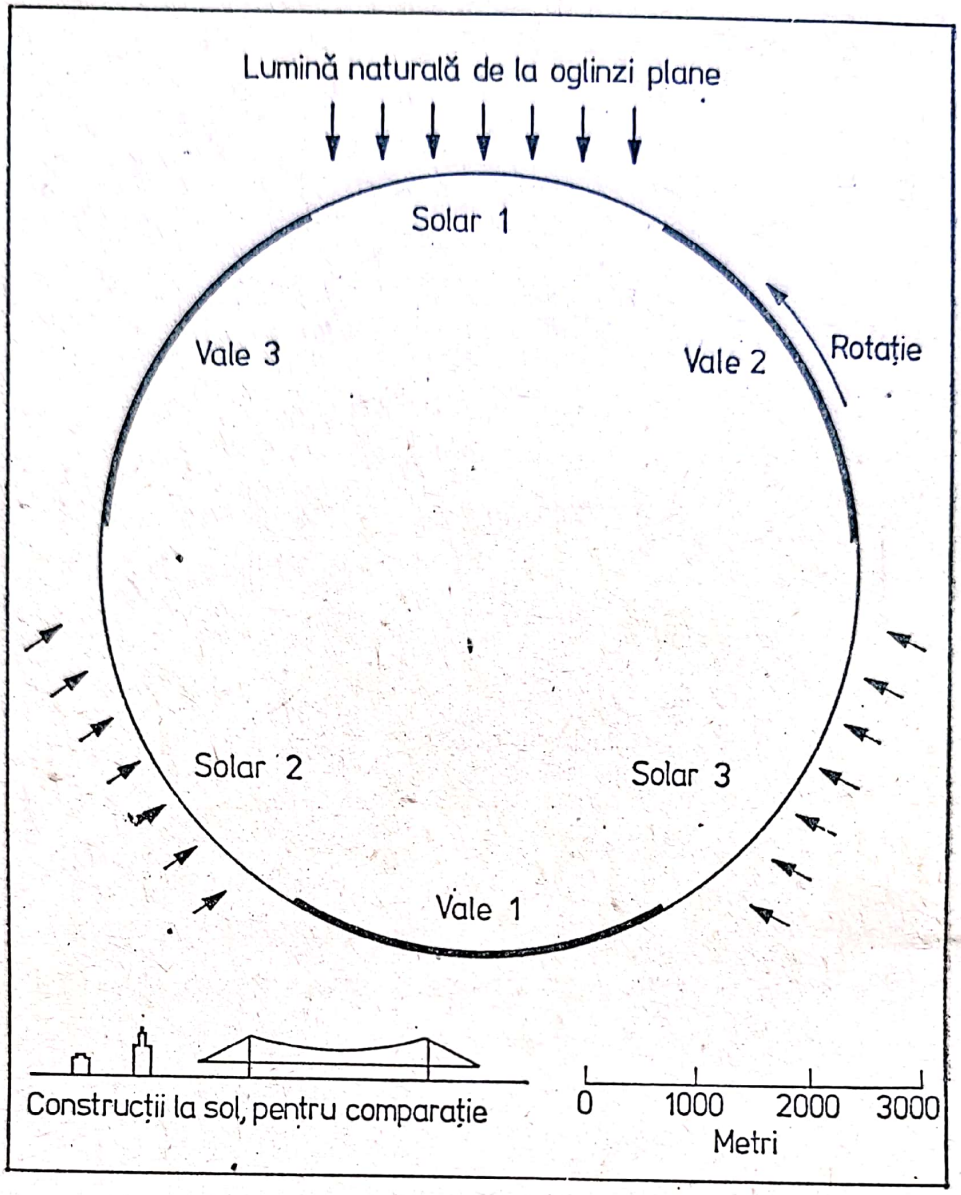
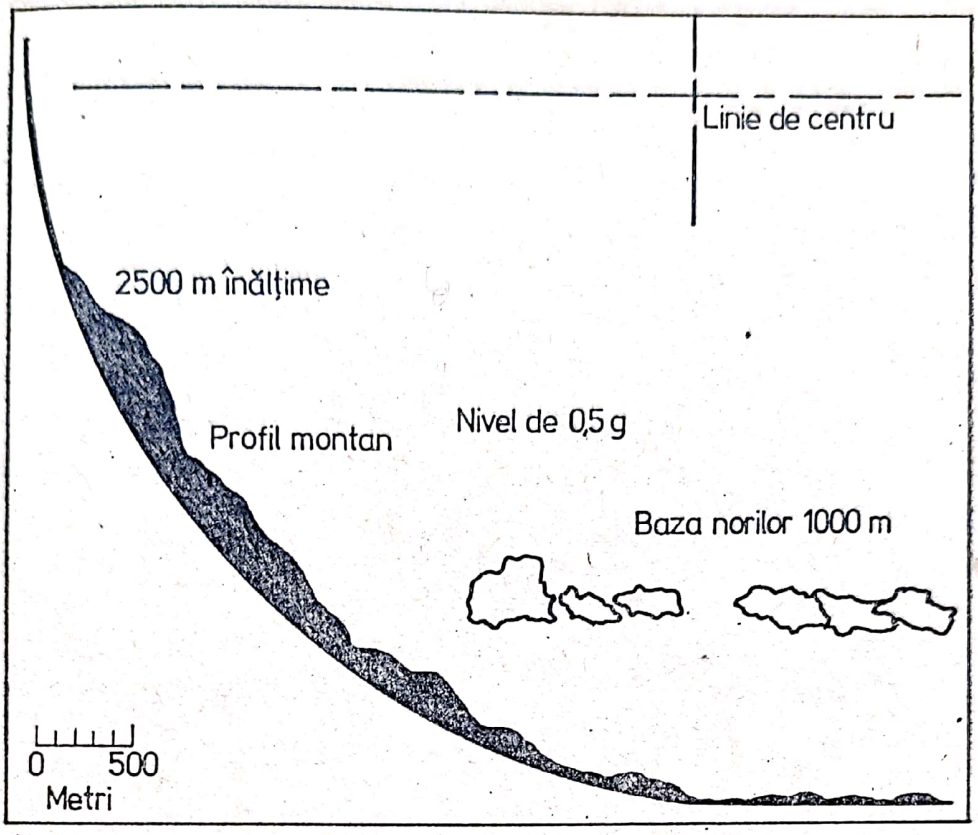


Fig. 1. Secțiune în cilindrul principal al unei comunități spațiale (sus). Circumferința este împărțită în benzi alternative; suprafețe de pămînt (văi) și ferestre (solarii). Deși văile comunității spațiale oferă noi posibilități pentru construcții și arhitectură peisagistică este liniștitor să notăm că se pot re-crea anumite trăsături de pe Pămînt: imaginea laterală a calotei terminale a cilindrului (dreapta) include un profil montan luat dintr-o fotografie aeriană a unei secțiuni a lanțului Marele Teton din Wyoming.

Întrucît Luna este o sursă bogată de titaniu și de aluminiu, este probabil că aceste metale vor fi folosite intensiv în colonii. Urmînd, însă, tradiția, calculul structurii cilindrului a avut în vedere utilizarea de cabluri de oțel care să constituie „longeroane" (membre longitudinale care suportă forțele atmosferice de la calotele terminale) și de benzi circumferențiale (care suportă forța atmosferică, precum și

Scanned with OKEN Scanner



forța centrifugă a masei solului, a longeroanelor și a lor înseși. Pentru detalii ale calculului și supozițiile incluse, vezi caseta din pagina 230). Cablurile de oțel sînt înmănuncheate astfel încît să formeze un mare ochi de sită în dreptul ferestrelor. Benzile de acolo subîntind un unghi vizual de $2{,}3 \times \times 10^{-4}$ radiani, aproximativ egal cu limita de difracție pentru ochiul adaptat la lumina solară, astfel că sînt aproape invizibile. Ferestrele înseși, din sticlă sau plastic, sînt alcătuite din panouri mici.

Nu există o limită superioară strictă pentru mărimea cilindrului unei comunități spațiale; totuși, odată cu creșterea mărimii, cablurile de susținere includ o parte mai mare din masa totală. Cifra de 3200 de metri pentru raza R este oarecum arbitrară. Calculul economic ar favoriza dimensiuni mai mici; utilizarea unor materiale cu rezistență superioară sau o dorință puternică de a avea un mediu mai asemănător celui de pe Pămînt ar favoriza dimensiuni mai mari. Independent de mărime, gravitația aparentă este cea normală a Pămîntului, iar compoziția aerului și presiunea atmosferică sînt cele de pe Pămînt la nivelul mării. Pentru R egal cu 3200 m, grosimea atmosferei este cea de deasupra unui loc situat pe Pămînt la altitudinea de 3300 de metri,

Scanned with OKEN Scanner

o altitudine unde cerul este albastru și climatul locuibil. La orice rază r înăuntrul cilindrului avem

$$p = p_0 e^{-a\,(R^2-r^2)},$$

unde

$$a = gp_0 / 2Rp_0 = (1/2R) \quad (1{,}2 \times 10^{-4}/\text{metri}).$$

Lungimea zilei în fiecare comunitate este controlată prin deschiderea și închiderea oglinzilor principale care se rotesc odată cu cilindrii. La rîndul ei, lungimea zilei determină temperatura medie și succesiunea anotimpurilor în cilindru. Fiecare cilindru poate fi conceput ca echivalent cu un bazin de răcire de 3×10^8 tone de apă; pentru asigurarea schimbului de căldură, rata de creștere a temperaturii în plină lumină solară va fi de aproximativ 0,7°C pe oră. Ca și pe Pămînt, rata reală de creștere a temperaturii este mai mare, pentru că mai jos de cîțiva centimetri de la suprafață solul nu urmează variația diurnă.

Speciile de păsări și de animale primejduite pe Pămînt de reziduurile chimice din agricultură și industrie își vor găsi un refugiu pentru înmulțire în coloniile spațiale, unde insecticidele nu sînt necesare, zonele agricole sînt separate fizic de zonele de locuit, iar industria dispune de energie nelimitată pentru reciclare.

Așa cum se vede în figura 1 (p. 227), este posibil să se reproducă unele trăsături ale Pămîntului: profilul montan este luat dintr-o vedere aeriană a unei secțiuni a lanțului Marele Teton din Wyoming. Altitudinea calculată a bazei norilor din figură este tipică pentru vremea de vară pe Pămînt. Pentru o rată de scădere adiabatică netă de 3,1 grade per 300 m și o rată de scădere a punctului de condensare de 0,56 grade per 300 m, 50% umiditate relativă și o variație a temperaturii între 0° și 32°C, baza norilor se situează la înălțimi între 1100 și 1400 m.

Controlul asupra mediului

Zonele agricole sînt separate de zonele de locuit și fiecare are climatul optim pentru cultura prevăzută. Gravitația, atmosfera și expunerea la soare sînt în majoritatea cilindrilor aceleași ca pe Pămînt, dar nu se încearcă și realizarea unui peisaj similar unuia terestru. Culturile cresc într-un mediu steril și izolat din semințe selecționate, astfel că nu

Scanned with OKEN Scanner

sînt necesare insecticide sau pesticide. (Timpul de evoluție al organismelor infecțioase este lung, iar resterilizarea prin încălzire a unui cilindru agricol contaminat nu va prezenta dificultăți). Toată hrana poate fi proaspătă, deoarece se obține la numai 20 de mile de punctul de folosire. Cilindrii agricoli pot fi chiar fazați pe anotimpuri, astfel încît în orice moment cîțiva dintre ei sînt în luna propice pentru recoltarea oricărei culturi dorite.

TABELUL 1

Stadii posibile în dezvoltarea comunităților spațiale

Model	Lungime (km)	Rază (m)	Perioadă (sec)	Populație*	Data proximă estimată
1	1	100	21	10 000	1988
2	3,2	320	36	$100 — 200 \times 10^3$	1996
3	10	1000	63	$0,2 — 2 \times 10^6$	2002
4	32	3200	114	$0,2 — 20 \times 10^8$	2008

* Cifrele populației sînt pentru unități duble; cifrele mai mari sînt aproximativ limitele ecologice pentru agricultura convențională.

TABELUL 2

Cantitățile de materiale necesare pentru Modelul 1 (tone metrice)

	Cantitate totală necesară	Cantitate necesară de pe Pămînt
Aluminiu (container, construcții)	20 000	—
Sticlă (solarii)	10 000	—
Apă	50 000[1]	—
Generator	1 000[2]	1 000
Construcții inițiale	1 000	1 000
Echipamente speciale	1 000	1 000
Mașini și unelte	800	800
Sol, piatră, materiale de construcție	420 000[1]	—
Hidrogen lichid	5 400	5 400
2 000 de oameni și echipamentul lor	200	200
Alimente deshidratate	600	200
Total	>500 000	10 000

[1] Inclusiv rezerve reînnoibile pentru trecerea la construirea Modelului 2, cifra fiind deci mai mare decît minimum necesar pentru Modelul 1.
[2] Pentru o uzină de 100 MW.

Scanned with OKEN Scanner

Structura de oțel

Pentru structură se au în vedere cabluri de oțel care să formeze longeroane (grosime medie Δr_L) și benzi circulare (grosime medie Δr_B). Valoarea lui Δr_L cerută este

$$\Delta r_L = R p_O / 2T$$

unde R este raza cilindrului, p_O presiunea atmosferică și T tensiunea. Pentru o densitate a solului p_L și o grosime x_L și benzi de densitatea p_F, presiunea internă totală echivalentă p_T este

$$p_T = p_O + p_L x_L g + p_F r_L g.$$

Pentru a rezolva pentru p_T notăm că

$$\Delta r_B = p_T R / T$$

astfel încît

$$p_T = (p_O + g p_L x_L + g p_F R/T) \; / \; (1 - g p_F R/T).$$

Pentru o grosime medie a solului de 150 cm, cu o densitate medie de 1,5 pe c^3,

$$p_O = g p_L x_L = 1{,}23 \times 10^5 \text{ newtoni/m}^2.$$

Pentru a ajunge la o valoare conservatoare a lui T, menționăm că în urmă cu jumătate de veac tensiunea de lucru a cablurilor pentru podurile suspendate era de 70 000—80 000 de livre pe inch pătrat.[1] Pe atunci D.B. Steinman pleda pentru folosirea unor tensiuni de peste 100 000 psi. Dacă luăm T egal cu 150 000 psi și R egal cu 3 200 m, densitatea medie a masei pe suprafață este 7,5 tone pe m^2.

Pe porțiunile de fereastră (solarii) longeroanele pot fi cabluri de 0,8 m înmănunchiate cîte 4 la intervale de 14 m. Benzile pot fi dispuse în același aranjament, dar cu un diametru de 1,5 m, transparența ochiului de sită fiind atunci de 84%. Folosirea pe scară largă a titaniului în structură și un strat mai subțire de pămînt vor duce la valori considerabil mai mari ale lui R.

Scanned with OKEN Scanner

Figura 2 (p. 232) prezintă o imagine laterală și una dinspre capăt ale unei comunități spațiale ca un ecosistem complet. Oglinzile principale, din folii de aluminiu, sînt plane. Mișcarea oglinzilor modifică unghiul de incidență al razelor solare în văi (asigurînd ciclul zi-noapte), iar Soarele apare nemișcat pe cer, cum se întîmplă și pe Pămînt. Centralele solare, compuse din oglinzi parabolice, boilere și generatoare electrice convenționale cu turbine acționate de abur pot furniza comunității suficientă energie, mergînd ușor pînă de la 10 ori puterea actuală pe locuitor în regiunile puternic industrializate (10 kW)[2]. Pentru o astfel de abundență de energie (120 kW pe persoană), puterea necesară unui cilindru care găzduiește 100 000 de locuitori este de 12 000 MW. Energia solară incidentă pe calota terminală a unui cilindru este de 36 000 MW, adecvată dacă eficiența termică este de 33%. Pentru o densitate mai mare a populației va fi nevoie de instalații de forță suplimentare lîngă cercul agricol. Căldura pierdută este eliminată în spațiu prin radiatoare infraroșii cu direcționalitate mică.

Comunitățile sînt protejate împotriva razelor cosmice de grosimea atmosferei, de sol și de structura de rezistență din oțel, benzile și longeroanele fiind distribuite acolo unde nu este necesară transparența optică. Meteoriții n-ar trebui să fie o primejdie gravă. Majoritatea meteoriților provin de la comete mai degrabă decît de la asteroizi și sînt conglomerate de praf, cimentat poate prin gaze înghețate[3]; un meteorit tipic seamănă mai mult cu un bulgăre de zăpadă decît cu un bolovan. Sensorii instalați pe navele cosmice au cules date abundente și consistente despre meteoriți în gama de 10^{-6} — 1 gram, iar sistemul seismic Apollo este considerat ca avînd o eficiență de 100% pentru meteoriți[4] de peste 10 kg. Datele din aceste surse diferite se conformează aceleiași legi de distribuție.

Datele provenite din fotografiile cerului făcute în cadrul rețelei Prairie, după o corecție substanțială pentru sensibilitatea luminoasă presupusă, concordă cu datele NASA privitoare la meteoriții de 10 g. Datele navelor cosmice și datele seismice indică un interval de aproximativ un milion de ani pentru ciocnirea unui meteorit greu (1 tonă) cu o comunitate spațială avînd o secțiune transversală de

Scanned with OKEN Scanner

1000 km². Dacă structura este bine proiectată, chiar și o astfel de lovitură n-ar trebui să provoace decît stricăciuni locale. În cazul meteoriților de 100 g, intervalul mediu al unei ciocniri este de aproximativ trei ani. Sub raportul frecvenței și al momentului mecanic, gama de la 1 g la 10 g ar trebui să constituie preocuparea principală în proiectarea ferestrelor și elaborarea metodelor de reparare. În ceea ce privește spargerea totală a unui panou de geam, Daniel Villani de la Universitatea Princeton a calculat un interval de aproximativ 300 de ani. Ținerea sub control a prejudi-

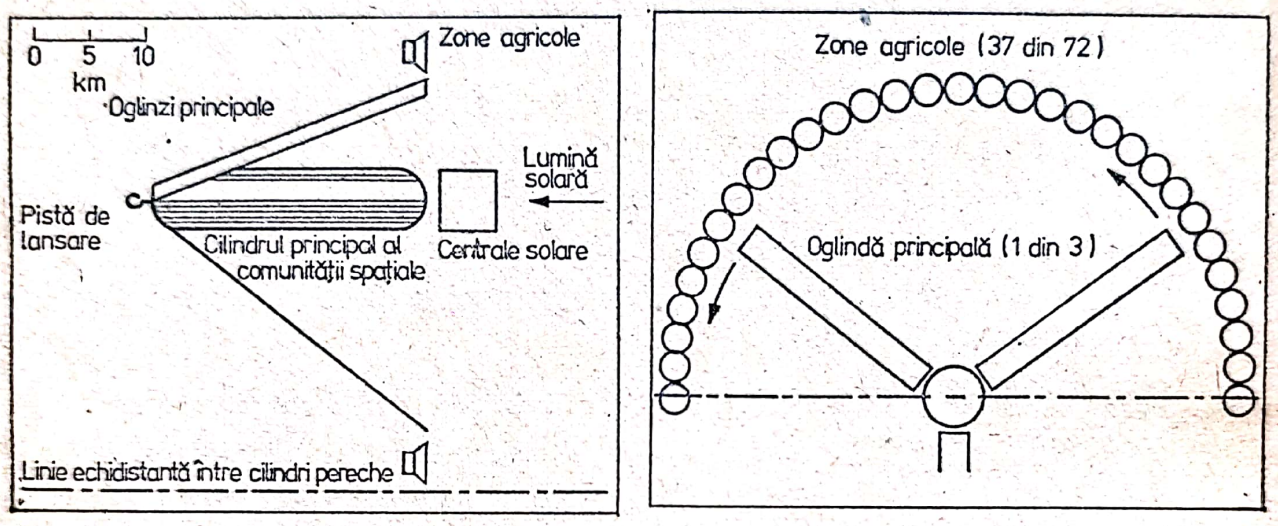


Figura 2. Comunitatea spațială văzută ca un tot este prezentată lateral (stînga) și dinspre capăt (dreapta). În imaginea din dreapta sînt arătați 37 de cilindrii agricoli din 72; inelul, ca ansamblu, nu se rotește. De reținut liniile simetrice în ambele imagini ale figurii.

ciilor provocate de meteoriți este, prin urmare, mai degrabă o problemă de detectare și reparații minore regulate decît de urgențe neașteptate.

Rotație axială și transport

Un element cheie în proiectarea coloniei spațiale este cuplarea a doi cilindri printr-un cablu elastic și un turn de compresie pentru a forma un sistem care are momentul unghiular axial zero și poate în consecință să-și mențină axa pe direcția Soarelui fără a se recurge la contrapresiuni. Diagrama forță-torsiune a acestui aranjament este prezentată

Scanned with OKEN Scanner

în figura 3. (p. 234). Pentru a accelera cilindrii pînă la viteza de rotație necesară, torsiunea statică se transmite prin turnul de compresie care unește cei doi cilindri ai unei perechi. Pentru un timp de rotire de 3 ani sînt necesari constant 560 000 cai putere, ceea ce reprezintă 3% din capacitatea de generare a unui cilindru. După rotire, aceleași motoare pot asigura energia necesară pentru compensarea pierderilor datorate fricțiunii și pentru controlul poziției pe axa de rotație. Momentul unghiular al fiecărui cilindru este de $1{,}5 \times 10^{16}$ kg² rad/sec; cuplul de torsiune necesar pentru precesiunea acestui moment unghiular o dată pe an este de 3×10^{11} newtoni, corespunzînd unei forțe constante de 1200 tone exercitate pe o pîrghie lungă de 26 km.

Diferența de fază a anotimpurilor între cilindri permite o „compensare", miezul verii într-un cilindru și toiul iernii în celălalt. Călătoria între cei doi cilindri nu necesită energie și durează numai 9 minute. Ei sînt despărțiți de numai 90 km, iar vehicule fără motor pot să se desprindă de pe suprafața exterioară a unui cilindru într-un moment prestabilit, să se deplaseze în zbor liber cu viteza tangențială (180 m pe secundă sau 400 mile pe oră) și să se așeze pe celălalt cilindru cu viteza relativă zero.

Călătoria între comunități se poate efectua și cu vehicule simple fără motor, pe care le accelerează într-o direcție calculată un cablu tras de un motor electric staționar și le decelerează la destinație un cablu de frînare. Vehiculele de acest gen pentru astfel de zboruri libere nu au nevoie de combustibil, de o întreținere complicată sau un echipaj cu o înaltă pregătire și ar trebui să fie ieftine. Viteza vehiculelor permite să se călătorească printr-o populație totală mai mare decît cea a Pămîntului în zboruri cu durata de 7 ore. (Am presupus aici comunități aflate la 200 km distanță unele de altele, astfel încît dimensiunea maximă a unui roi plan care găzduiește 4 miliarde de oameni este de 29000 de km. În cazul unui vehicul cu o accelerație de 1 g și o durată a zborului de șapte ore, lungimea accelerației este de 66 km). Nefiind necesară o proiectare aerodinamică, vehiculele pot fi mult mai spațioase și mai confortabile decît reactoarele comerciale tipice.

Scanned with OKEN Scanner

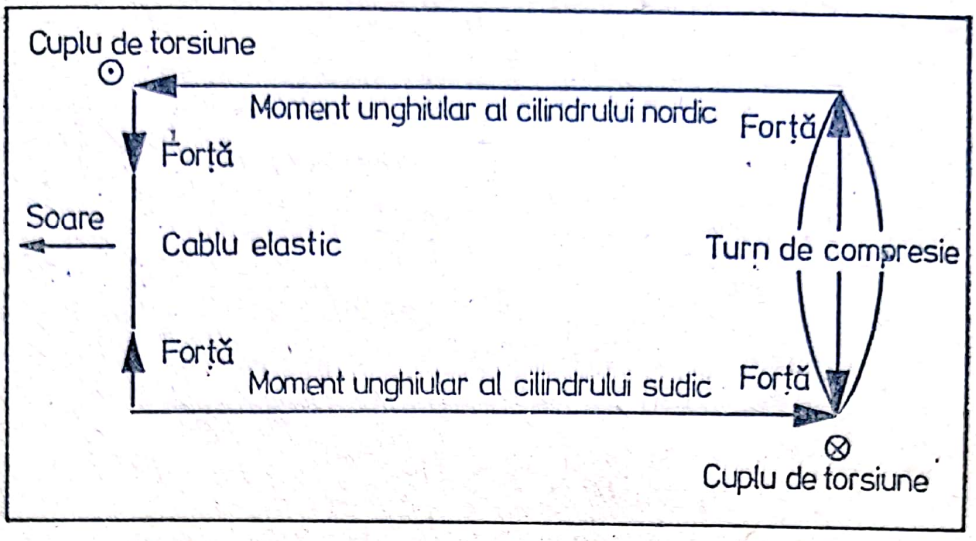


Figura 3. Diagrama forță — cuplu de torsiune a unui cilindru. Se folosesc forțele nedisipative statice pentru precesia momentelor unghiulare de rotație, astfel încît axele cilindrului sînt permanent orientate spre Soare.

Viața în colonii

Aserțiunile cheie de pînă aici s-au bazat pe fapte cunoscute, pe calcule care pot fi verificate și pe o tehnologie ale cărei costuri pot fi estimate realist. Discuția, însă, ar fi seacă fără unele ipoteze, care trebuie, desigur, să concorde cu faptele cunoscute.

Cu hrană și energie electrică curată, din abundență, fenomene meteorologice dirijate și o climă temperată, condițiile de viață din colonii ar trebui să fie mult mai plăcute decît pe cea mai mare parte a Pămîntului. Pentru distanțele de 20 de mile din interiorul cilindrilor sînt adecvate bicicletele și vehicule electrice de mică viteză. Automobilele cu carburanți, avioanele cu motor și încălzirea prin combustie nu vor fi necesare: ca urmare, nu va exista smog. Cît privește călătoriile exterioare, simplitatea vehiculelor fără motor și fără pilot înseamnă probabil că atît persoanele singure, cît și familiile vor putea ușor să dispună de vehicule spațiale personale pentru a vizita, la un cost scăzut, comunități depărtate, cu alte limbi și culturi. „Vehiculele de agrement" ale erei coloniilor spațiale vor fi, de aceea, probabil nave spațiale simple, carcase presurizate bine finisate, cu puține complexități dincolo de o rezervă de oxigen și cu aproape aceleași posibilități de a găti și de a locui pe care le oferă

Scanned with OKEN Scanner

rulotele noastre de azi. În comunități este posibilă practicarea tuturor sporturilor de pe Pămînt și a altora noi. Schiul, iahtingul, alpinismul (cu o gravitație descrescînd liniar odată cu creșterea altitudinii) și planorismul sînt doar cîteva exemple. Ca un pasionat planorist ce sînt, am verificat chestiunea scărilor de temperatură: pentru planoriștii din colonii va exista suficientă instabilitate atmosferică care să le asigure ascensiunea. La altitudini mari, zborul cu propulsie umană — un vis aproape irealizabil pe Pămînt — devine ușor. Un cilindru agricol special cu rotație lentă și dispunînd de ape și pești poate avea o gravitație de 10^{-2} sau 10^{-3} în raport cu cea a Pămîntului, care să permită pescuitul subacvatic autonom fără probleme de egalizare a presiunii. Sporturile zgomotoase sau poluante, cum ar fi cursele de automobile, pot fi ușor practicate într-unul din cilindrii inelului exterior.

Autoaprovizionarea și autonomia comunităților spațiale va avea o puternică influență asupra guvernării. O comunitate de 200000 de oameni, dornică să-și apere cultura și limba, poate opta chiar să rămînă în mare măsură izolată. Într-un astfel de mediu, protejat și autonom, se pot desfășura liber diferite experimente sociale.

Dacă nu ne mai limităm la tehnologia actuală, dimensiunile unei comunități ar putea fi mai mari. Unul din progresele previzibile este folosirea de rulmenți aproape lipsiți de fricțiune (de exemplu magnetici) între un cilindru care se rotește și structura de susținere, care nu trebuie să se învîrtească. La o sarcină pe suprafață de 8 t/m² și o rezistență la rupere de 300000 psi, R va fi 16 km, suprafața totală — 50000 km², iar populația va fi între 5 milioane (densitatea inferioară) și 700 de mil oane (limita ecologică, populația maximă care poate fi întreținută).

În tabelul 1 (p. 229) este prezentată schema evaluărilor mele cu privire la primele colonizări spațiale, începînd cu o comunitate model la sfîrșitul anilor '80. Cam în jurul anului 2014 presupun un timp de dublare a coloniilor de 6 ani; aceasta înseamnă că forța de muncă de pe colonia „părinte" ar putea construi o colonie „fiică" în acest interval de timp. Făcînd aceste evaluări am calculat că prima comunitate va presupune un efort constructiv de 42 tone pe om-an, comparabil cu efortul la construirea podurilor de mare anvergură de pe Pămînt. Comunitățile cu dimensiuni maxime vor necesita 50 tone pe om-an la o densitate înaltă a popu-

Scanned with OKEN Scanner

lației și pînă la 5000 tone pe om-an în cazul unei populații la limita inferioară a densității. Pentru comparație, actualmente media pe un oraș din Australia a ajuns datorită automatizării mineritului și manipulării portuare la peste 200 tone pe om-an.[6]

În perspectivă, construcția de colonii spațiale este ideal adecvată automatizării. Structura unei colonii constă mai ales în cabluri, armături și panouri de sticlă sub formă de moduluri standardizate care se repetă de mii de ori la un model. Asamblarea se face în condiții de imponderabilitate într-un mediu fără intemperii. Deci, coloniile tinzînd spre o densitate mică a populației, cred că foarte puțini oameni vor fi implicați în construirea lor. Cea mai mare parte a forței de muncă va fi probabil ocupată în arhitectură, amenajarea peisajului, silvicultură, planificare zoologică, botanică și alte activități nerepetitive, care presupun simțul frumosului și gust artistic.

Noile noastre opțiuni

Este important să înțelegem forța uriașă a tehnicii de colonizare a spațiului. Dacă vom începe să o utilizăm destul de curînd și o vom folosi cu înțelepciune cel puțin cinci dintre cele mai grave probleme cu care se confruntă azi omenirea pot fi rezolvate fără represiune: aducerea fiecărei ființe umane la un nivel de trai de care se bucură azi numai cei mai favorizați; protejarea biosferei de distrugerile pe care le provoacă transporturile și poluarea industrială; asigurarea unui habitat de înaltă calitate pentru o populație mondială care se dublează la fiecare 35 de ani; asigurarea unor surse de energie curată și practică; prevenirea supraîncărcării balanței termice a Pămîntului.

Ezit oarecum să-i atribui colonizării spațiului capacitatea de a putea să rezolve o altă problemă, una dintre cele mai dureroase: suferințele și distrugerile provocate de războaiele pentru teritorii. Cinicii sînt siguri că omenirea va alege întotdeauna sălbăticia chiar dacă presiunile teritoriale ar fi mult reduse. Desigur războaiele demențiale de cotropire nu au fost în esență cauzate de insuficiența teritoriului. Totuși eu sînt mai optimist. Eu cred că în ultimele decenii am început să învățăm cîte ceva. Sub raportul controlului internațional al armamentelor, îmi vin în minte două

Scanned with OKEN Scanner

motive de speranță. Avem deja un tratat internațional care exclude armele nucleare din spațiul cosmic, iar coloniile pot obține toată energia de care ar avea nevoie vreodată din energia solară curată, astfel încît tentațiile produselor secundare ale reactorilor nucleari n-ar trebui să existe în comunitățile spațiale.

Pentru a ilustra forța colonizării spațiului într-o situație calculabilă specifică, schițăm evoluția unuia din cazurile „extrem de rele": să presupunem că rata actuală de creștere a populației s-ar menține pe Pământ și în coloniile spațiale. În acest caz, populația umană totală ar crește de 20000 de ori în ceva mai mult de 500 de ani. Colonizarea spațiului va absorbi chiar și o creștere uriașă ca aceasta cum se va vedea din calculele noastre.

Volumul total de materie necesar unei comunități de dimensiuni maxime este de $1{,}4 \times 10^9$ m³, iar materia disponibilă în centura de asteroizi (din care vor fi construite comunitățile următoare) este estimată la 4×10^{17} m³. Pentru populația mondială actuală de $3{,}9 \times 10^9$ oameni și o rată de creștere[7] de 1,98% pe an (media pe anii 1965—1971), materia asteroizilor va ajunge pentru 500 de ani, corespunzînd unei creșteri de 20000 de ori a populației, la o densitate mică a ei.

În figura 4 (p. 243) vedem evoluția acestui caz „extrem de rău". Pentru a accelera rezolvarea problemei, drept densitate inițială a populației comunității am luat limita ecologică: numărul de oameni cărora li se poate asigura subzistența cu hrană obținută înăuntrul comunităților printr-o agricultură convențională. Folosind tehnologia culturilor duble și a recoltelor multiple și utilizînd tulpinile ca nutreț pentru animale, Richard Bradfield a obținut la hectar hrană suficientă pentru 72 de oameni. Aceste rezultate[8], cum s-a publicat și cum mi-a relatat personal Bradfield, au fost obținute în Filipine, care au un sezon de creștere de numai 9 luni și condiții de climă sub cele ideale. Conform unor calcule bazate pe cifrele lui, dar presupunînd un sezon ideal de 12 luni, coloniile ar trebui să hrănească 143 de persoane la hectar cu un regim de 3000 de calorii, 52 grame de proteină asimilabilă și 4,3 livre total hrană pe zi de persoană[9]. O mare parte din proteine vor proveni din carnea de pasăre și carnea de porc. Cei doi cilindri principali ai Modelului 1 ar trebui atunci să poată întreține 10800 oameni, iar limita ecologică a unei comunități de dimensiuni maxime ar fi de 20

Scanned with OKEN Scanner

de milioane de oameni. La această limită coloniștii vor avea un nivel de trai ridicat, dar locuind în blocuri înconjurate de terenuri cultivate. În cazul limitării la 13 milioane a populației comunității, agricultura n-ar mai trebui să se practice și în cei doi cilindri principali.

Figura 4 arată, în continuare, că în jurul anului 2050 emigrația spre colonii ar putea inversa creșterea populației Pămîntului și că accelerarea soluționării ar putea să ducă repede la efecte spectaculoase: în mai puțin de 30 de ani populația Pămîntului ar putea să scadă de la un vîrf de 16,5 miliarde la orice valoare stabilă dorită. Eu am sugerat ca un optim posibil 1,2 miliarde; aceasta corespunde populației Pămîntului în anul 1910. Reducerea densității populației în comunitățile spațiale ar putea fi la fel de rapidă, iar în decurs de alți 40 de ani construcțiile noi ar putea să reducă densitatea din comunități la cifra stabilă de 1,43 /ha, aproximativ o sutime din limita ecologică. Suprafața totală de uscat din colonii va fi atunci de trei ori mai mare decît cea de pe Pămînt.

Putem spera că în contrast cu acest caz „extrem de rău" în următorii 75 de ani se vor realiza unele progrese în direcția unei creșteri zero a populației[10]. Orice astfel de progres ar grăbi rezolvarea problemei, ar reduce *vîrful* populației Pămîntului și ne-ar apropia de ziua cînd densitățile populației de pe Pămînt și din colonii vor putea fi reduse la o valoare optimă.

Construirea primei colonii

O propunere responsabilă de a se începe construirea primei colonii trebuie să se bazeze pe prezentarea, întrucîtva detaliată, a unui plan realizabil, cu estimări realiste ale cheltuielilor. Țin să subliniez două aspecte în legătură cu orice plan de acest fel: amănuntele prezentate trebuie să fie înțelese pur și simplu ca o dovadă de fezabilitate (și sînt posibile multe variante). Numai după consultarea unor experți din diverse domenii se poate alege proiectul optim și modalitățile cele mai potrivite de realizare.

Valorile nominale luate în considerare pentru prima colonie sînt: forța de construcție — 2 000 de oameni; populația — 10 000; masa totală — 500 000 tone. După elaborarea în amănunt a proiectului și a analizei costurilor pen-

Scanned with OKEN Scanner

tru întreaga operație, nevoia de a nu depăși suma alocată s-ar putea să impună unele reduceri ale dimensiunilor. Estimările inițiale au vizat menținerea cheltuielilor la nivelul celor pentru un proiect deja realizat: Apollo. Alegerea ca obiectiv a unei populații de 10 000 de oameni asigură, chiar și în eventualitatea unei anumite reduceri, ca Modelul 1 să fie destul de mare pentru a realiza economii însemnate și a servi ca o bază industrială eficientă în construirea Modelului 2. Un proiect de colonizare mult redus ar fi doar cu puțin mai mult decît o stație spațială rebotezată, capabilă poate să se întrețină singură, dar incapabilă să construiască modelele mai mari, necesare dacă programul ar trebui în final să se susțină singur. Este o trăsătură esențială a proiectului de colonizare ca Pămîntul să nu mai fie nevoit să-l sprijine după primele două sau trei etape.

În final, colonizarea ar putea să aibă loc în întreaga sferă, cu o suprafață de 3×10^{17} km^2, care înconjură Soarele la distanța pentru care am ajuns să optăm (așa numita „sferă Dyson"). În cazul primei colonii cel mai bine este, probabil, să alegem un punct special de pe această sferă, ușor accesibil de pe Pămînt și Lună, nu atît de aproape încît să fie eclipsat des și de preferință stabil în raport cu deplasările pe cele trei coordonate. Punctele de librație Lagrange L_4 și L_5 satisfac toate aceste condiții. Ele au în plus avantajul de a forma doar o sursă foarte slabă de potențial activ[11].

Pămîntul, Luna, Soarele și colonia formează o problemă de gravitație circumscrisă la patru corpuri, a cărei soluție integrală a fost elaborată abia în ultimii cîțiva ani[12]. Mișcarea staționară are loc pe o orbită cvasieliptică, de mari dimensiuni, în jurul lui L_5. Abaterile maxime ca arc și rază sînt de cîteva zecimi din distanța Pămînt-Lună. Pe orbita staționară este loc pentru cîteva mii de colonii. Va trece mult timp pînă cînd colonizarea să poată umple o orbită atît de mare.

Minimizarea costurilor

Sînt aici cîteva probleme cheie, fiecare din ele părînd să indice o soluție în principiu eficientă: reducerea costului transporturilor de pe Pămînt în L_5, locul unde se află colo-

Scanned with OKEN Scanner

nia; minimizarea masei necesare de pe Pămînt; proiectarea unui mecanism pentru transferul la un cost scăzut al materialelor de pe Lună în L_5.

Prima problemă a fost examinată de Robert Wilson (NASA), Eric Hannah și George Hazelrigg (Princeton) în cadrul unei întîlniri în 1974 la Princeton. Concluzia lor a fost că în cursul anilor '80 soluția cea mai bună vor fi probabil rachetele convenționale chimice, mai concret motoarele de calitate superioară deja construite pentru naveta spațială. Trăsătura comună diferitelor variante a fost fezabilitatea, iar costurile estimate ale transportului au variat între 190 și 400 de dolari 1972 pe livră. Tabelul recapitulativ al costurilor (Tabelul 4) presupune, ca urmare, 425 dolari pe livră.

Pentru a reduce masa necesară de pe Pămînt, cea mai mare parte a componentelor repetitive ale structurii (aluminiu) și panourilor-fereastră (sticlă) trebuie să fie produse în L_5 din material de pe Lună. O altă economie importantă se face obținînd 89% din masa apei necesare din oxigenul conținut în oxizii care abundă pe suprafața Lunii și aducînd de pe Pămînt numai 11% din masa apei, sub formă de hidrogen lichid. Din masa totală de 500 000 tone (vezi Tabelul 2) pentru Modelul, 1,98% se pot obține de pe Lună. Elementele cele mai necesare sînt aluminiu, titan, siliciu și oxigen. Stratul superficial al solului selenar este utilizabil pentru agricultură, fiind necesar doar un adaos de azot și mici cantități de oligoelemente. Restul de 10 000 de tone trebuie să vină de pe Pămînt.

Pentru a menține costul total în limite practice trebuie să elaborăm un procedeu ieftin de transportare a materiilor prime de pe Lună pînă la locul de construcție. Discuția metodelor de transport trebuie să fie înțeleasă mai mult ca o dovadă de existență decît ca un proiect detaliat. S-ar putea foarte bine să existe metode mai bune decît cele examinate de mine; este, însă, destul să prezint două soluții care se dovedesc a fi aplicabile. Ambele folosesc cele două mari avantaje ale mediului lunar: un vid perfect și o viteză de evadare foarte mică, cam 1,5 mile pe secundă, mai puțin de un sfert din viteza de evadare de pe Pămînt. Pentru a aduce în L_5 un kilogram de pe Lună este nevoie de mai puțin de 5% din energia necesară aducerii lui de pe Pămînt.

Scanned with OKEN Scanner

Ambele metode prevăd energia electrică produsă de un generator electric pe bază de abur care folosește energia solară și ambele presupun că sistemul funcționează numai în timpul zilei selenare, noaptea fiind rezervată întreținerii de rutină, odihnei personalului și, posibil, prelucrării unor materiale. Am presupus și un factor de pierdere egal cu 2, pentru avarii și opriri. Prin urmare, se presupune că fiecare sistem va funcționa numai o săptămînă din patru.

Prima metodă, numită „R.P.L." de la „rotary pellet launcher" (catapultă rotativă de granule), este un mecanism

Catapultă rotativă de granule

Catapulta rotativă este un dispozitiv tip elice cu două brațe dispuse simetric, fiecare de 10 m lungime, și care funcționează cu viteză constantă.

Masa	10 tone
Turație	2300 rotații pe minut
Viteză maximă (de evadare)	2400 metri pe secundă
Putere	1600 cp

Rata de transfer per catapultă este de 3250 de tone pe an pentru transferul de granule de 5 grame, presupunînd un ciclu util de 25%. Raportul rezistență/masă al catapultei este în limitele accesibile tehnologiei filamentelor de bor: s-a calculat că o matriță de aluminiu conținînd bor crescut pe miezuri de tungsten are o rezistență la rupere de 322 000 psi și o densitate medie 4,1, astfel încît

$$p/T = 1{,}85 \times 10^{-6}.$$

Aici p este densitatea, iar T tensiunea în unități MKS. Pentru o solicitare uniformă, raportul între raza brațului la bază și raza la vîrf (r_1 și r_2) este

$$\log r_2 = (p/4T)\ v^2,$$

unde v este viteza de evadare. Pentru r_1/r_2 mai mic decît 50, p/T trebuie să fie mai mic de $2{,}08 \times 10^{-6}$.

Scanned with OKEN Scanner

gen elice cu două brațe dispuse simetric, care funcționează cu viteză constantă (Vezi descrierea încaseta de la p.242). Pentru transferul a 500 de mii de tone în șase ani ar fi nevoie de aproximativ 26 de catapulte, cu o putere totală de 32 MW. Precizia direcționării este asigurată de un sistem deflector electromagnetic linear după lansare, pentru a asigura o dispersie mică a granulelor și a permite colectarea lor cu ușurință.

Cealaltă metodă, numită „T.L.A." de la „transport" linear accelerator" (accelerator linear de transport), folosește tehnologia sustentației magnetice dinamice și motorul sincron linear. T.L.A. este un sistem recirculant de vehicule (cupe) mici, pasive, care nu au nici o componentă mobilă, dar conțin bobine supraconductoare. Cupa accelerează o încărcătură de 9 kilograme pînă la viteza de evadare în lungul unei piste sincron-lineare de sustentație magnetică. Decelerarea eliberează apoi încărcătura, cupa își reduce viteza și este recirculată pentru a căpăta o nouă încărcătură. Tabelul 3 prezintă unii parametri orientativi. Masa estimată este de 1 500 de tone, din care aproximativ 80% reprezintă echipamentul de producere și manipulare a energiei. În șase ani, funcționînd 25% din timp, T.L.A. poate transporta de peste 300 de ori greutatea sa. (Pentru o scurtă bibliografie a primelor lucrări cu privire la posibilitățile lansării electromagnetice, lucrări anterioare realizării sustentației magnetice dinamice, vezi nota 13).

TABELUL 3.

Parametri orientativi pentru Acceleratorul Linear de Transport

Accelerație	288 m/sec²
Forță de accelerație medie	900 livre
Cîmp maxim	10 000 gauss
Greutate netă per cupă	5 kg
Încărcătură	9 kg
Ritm de repetiție	1/sec
Ritm de transport	780 t/zi
Total cupe pe accelerator	8
Lungimea sectorului (accelerator)	50 m
Inductanță per metru	0,6 micro H

Scanned with OKEN Scanner

Energie maximă per metru	10,4 kj
Frecvență maximă (LSM)*	2500 Hz
Cursă instantanee	2 m
Curent direct în bobina cupei	75×10^3 amp · spire
Curent maxim în LSM*	136×10^3 amp
Putere pentru accelerație	40 MW
Pierderi ohmice (fidere)	15 MW

* LSM: motor sincron liniar

Atît R.P.L. cît și T.L.A. pot avea ulterior aplicații ca motoare cu un înalt randament energetic, care funcționează pe baza energiei solare și pot să folosească orice fel de sfărîmături de asteroizi ca masă de reacție. Ele ar putea propulsa încărcături foarte mari, de ordinul a milioane de tone, de la centura de asteroizi și pînă în L_5.

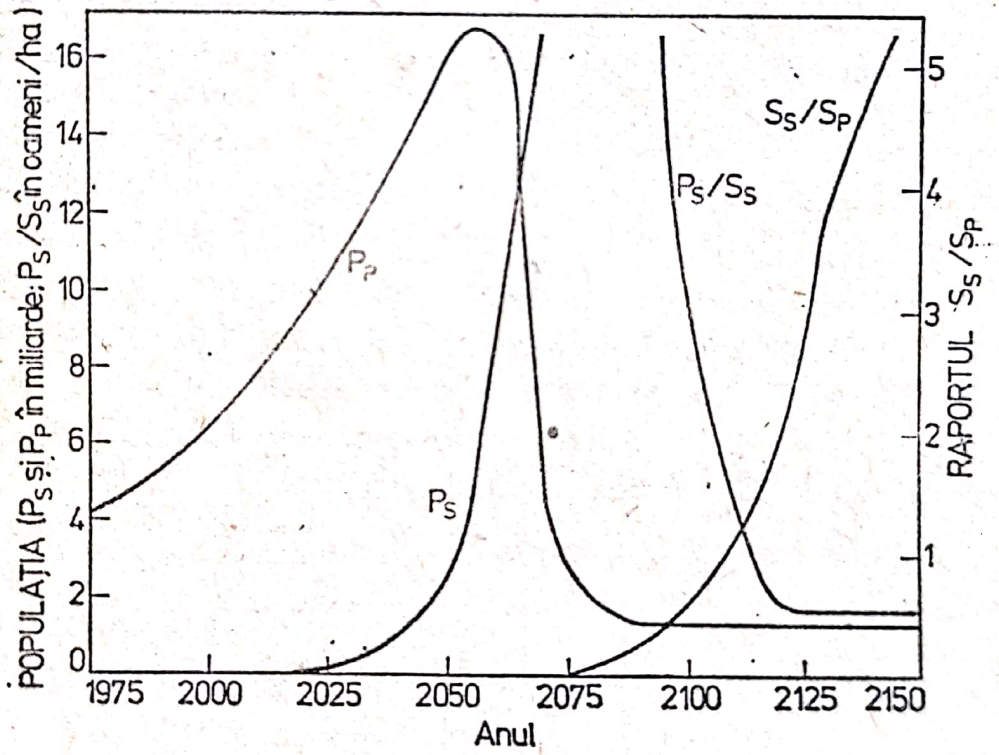


Figura 4. Eficiența colonizării spațiului cosmic în rezolvarea unui ipotetic, „caz extrem de rău" al problemei creșterii populației. Cazul considerat nu presupune nici o reducere a ratei de creștere a populației, nici pe pămînt și nici în coloniile spațiale. P_p înseamnă populația Pămîntului, P_s — populația din spațiu, iar S_s/S_p raportul între suprafața solului (integral utilizabilă) din spațiu și suprafața totală a uscatului de pe Pămînt. Atît P_p cît și P_s/S_s ating valori stabile relativ mici. Variații în limite largi ale valorilor luate în calcul nu afectează nici obținerea unei soluții stabile, nici valorile stabile finale ale P_p și P_s/S_s.
Figura este un exemplu al puterii colonizării spațiale și nu o predicție.

Scanned with OKEN Scanner

Colonia Model 1 va fi prea mică pentru a asigura o gamă largă de procese de fabricație, dar va putea să realizeze operații energointensive care nu cer multă muncă umană dar au ca rezultat un volum mare de producție. Un exemplu este producția de aluminiu prin procedeul Hall. O capacitate instalată de 40 MW este suficientă ca să producă în doi ani 20 000 de tone de aluminiu pentru exostructura Modelului 1. Un alt exemplu este separarea oxigenului din oxizii selenari pentru combinarea lor cu hidrogenul adus de pe Pământ. (Cu 50 000 de tone de apă Modelul 1 poate avea o vegetație bogată și totodată cursuri de apă substanțiale și mici lacuri). Reperele mici și ușoare, dimpotrivă, se aduc mai bine de pe Pământ.

Coloniile ulterioare, poate începînd cu Modelul 3, vor folosi materia asteroizilor, bogată în hidrocarburi și metale. Putem concepe că, relativ devreme în dezvoltarea coloniilor, economia transportului de mărfuri va impune probabil ca transporturile „în sus" de pe Pământ să constea numai în oameni și produse miniaturizate care presupun un volum mare de muncă, cum ar fi computerele și calculatoarele. Costurile expedierii „în jos" s-ar putea să fie mai scăzute datorită posibilităților de frînare atmosferică. Între colonii, toate transporturile de mărfuri și persoane vor costa foarte puțin. Pentru Modelul 1 costul proiectului este rezumat în Tabelul 4. Spre comparație, proiectul Apollo costă aproximativ 33 de miliarde de dolari (1972).

În Tabelul 4 putem vedea de asemenea că amortizarea construirii primei comunități se va produce repede, în cursul construirii celei de a doua. Amortizarea va lua forma cheltuielilor de transport economisite prin producerea mașinilor unelte și a structurilor uzinate în Comunitatea 1, din material selenar, și nu pe Pământ. Prima colonie se poate — pare-se — amortiza în 1—2 ani și prin existența ei cheltuielile anuale pentru construirea Comunității 2 — cu populația ei de 100 000 — 200 000 de locuitori — pot fi menținute la același nivel ca în cazul Comunității 1. Ulterior, cheltuielile de construcție pentru modelele 3 și 4 trebuie să scadă pe măsură ce industria creată în spațiul cosmic se întărește și pe măsură ce se intensifică folosirea gamei largi de elemente chimice de pe asteroizi.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 4

Deviz estimativ al construirii coloniilor spațiale (în $ 1972)

Articol	Modelul 1		Modelul 2	
	Cost unitar	Total (10^9 $)	Cost unitar	Total (10^9 $)
Vehicul de lansare	$0,3 \times 10^9$	0,9	$0,5 \times 10^5$	1,5
Transport P → L_5	425/livră	8,5	250/livră	11,0
Oameni P → L_5	1 000/livră	2,2	500/livră	8,8
Transport P — Lună	1 000/livră	6,6	500/livră	2,2
Echipament pentru Lună	400/livră	2,4	400/livră	1,8
Echipament pentru L_5	180/livră	1,2	180/livră	2,0
Mașini și unelte (L_5)	625/livră	1,1	625/livră	2,8
Salarii (L_5)	50 000/om-an	0,6	(25% pe Pămînt)	2,0
Salarii (Pămînt)	30 000/om-an	7,2	(30 000/om-an)	2,0
Total		30,7 ($5,1 \times$ 10^9/an)		34,1* ($4,3 \times$ 10^9/an*)

* Reducerea cheltuielilor datorită prezenței Modelului 1 poate fi defalcată astfel: producție — 2 500 livre om-an; forță de muncă — 4 000 oameni; transport — 250$ livră. Economia realizată în cei 8 ani necesari realizării coloniei este, în total, de $200 \times 10^9$$.

Ne putem imagina că a doua sau a treia colonie va începe să-și amortizeze costurile de construcție și în moduri suplimentare, de exemplu prin producerea de monocristale extradure[14] în condițiile de imponderabilitate și de vid existente și prin fabricarea de produse din titan.

A vorbi despre economia Modelului 3 ar însemna să facem speculații exagerate; în orice caz, pentru Pămînt costurile vor fi cele ale transportării celor 1—2 milioane de locuitori ai ei pînă la L_5. Data estimată cea mai apropiată a realizării ei este imediat la începutul secolului următor (peste 28 de ani; întorcîndu-ne în timp cu același număr de ani ajungem în era rachetei V2, mai bine de 10 ani înainte de primul satelit artificial). În jurul anului 2000, o rachetă chimică total refolosibilă ar putea să transporte încărcături pînă la L_5 la un cost de aproximativ 200 de dolari pe kilogram (tot dolari 1972). Un colonist în perspectivă ar putea deci să economisească suma necesară (salariul pe 1—2 ani)

Scanned with OKEN Scanner

ca să emigreze cu familia lui de 8 persoane. Cvasicertitudinea unor continue progrese în domeniul sistemelor de propulsie sugerează că de fapt costurile vor fi mai mici.

Pe la mijlocul secolului următor, posibil mai devreme, costurile de producție vor fi pe L_5 mai mici decît pe Pămînt. Motivele care mă fac să cred acest lucru sînt că:

— centura de asteroizi este o sursă bogată de materii prime, deja expuse și diferențiate;

— transportul de la centură la L_5 poate fi făcut într-un mod analog transportului maritim de pe Pămînt, adică în unități foarte mari, cu cheltuială mică de carburanți și cu un echipaj minim. S-ar putea ca în spațiu să fie foarte practic să se renunțe total la carcasă în cazul navei de mărfuri. Un motor cu reacție de tip T.L.A. poate să funcționeze cu energie solară gratuită și să transporte un întreg asteroid pînă la L_5, poate chiar fără echipaj;

— cheltuielile pentru asigurarea hranei, cheltuielile pentru producție și cheltuielile pentru transport între comunități ar trebui să fie toate mai mici decît pe Pămînt datorită condițiilor agricole ideale, apropierii fermelor de consumatori, disponibilității energiei solare nelimitate și avantajelor imponderabilității și vidului pentru producție și transport.

Dacă sîntem atît de risipitori încît să epuizăm tot materialul centurii de asteroizi în următorii 500 de ani, putem cîștiga alți 500 de ani folosind sateliții planetelor exterioare. Sper însă că cu mult înainte vom fi încetinit ritmul de creștere a populației. Și sînt sigur că tot cu mult înainte o versiune modificată a unei comunități spațiale va fi călătorit pînă la o stea apropiată.

NOTE

1. G.A.Hool,W.X. Kinne, *Movable and Long Span Steel Bridges* McGraw-Hill, New York, (1943), p. 328; D.B. Steinman, *A Practical Treatise on Suspension Bridges*, John Wiley, New York (1929), p. 236.
2. S.F. Singer, „Scientific American", September 1970, pag. 174.
3. *Meteoroid Environment Model — 1969 (Near Earth to Lunar Surface)*, NASA SP-8013.
4. G. Latham, J. Dorman, F. Duennebier, M. Ewing, D. Lammlein, Y. Nakamura, *Moonquakes, Meteorites and the State of the Lunar Interior* și *Lunar Seismology*, în *Abstracts of the Fourth Lunar Science Conference*, 1973, Lunar Science Institute, 3303 NASA Road 1, Houston, Texas 77058.

Scanned with OKEN Scanner

5. R.E. McCrosky, *Distributions of Large Meteoric Bodies*, „Smithsonian Astrophysical Observatory Special Report" No. 280.
6. K. MacLeish, *Australia's Wild*, in „National Geographic" 143, no. 2, 168, (1973).
7. *1970 World Population Data Sheet*, Population Reference Bureau Inc, 1755 Massachusetts Ave, N.W., Washington, D.C. 20036.
8. R. Bradfield, *Multiple Cropping — Hope for Hungry Asia*, in „Reader's Digest", October 1972, p. 217.
9. F.M. Lappe, *Diet for a Small Planet*, Ballantine Books, New York, (1971).
10. *The Limits of Development*, Report by the Systems Dynamics Group, Massachusetts Institute of Technology (1972), Club of Rome, Geneva.
11. W.H. Michael Jr, *Considerations of a Small Body in the Vicinity of the Stable Libration Points of the Earthy-Moon System*", NASA TR-160 (1963).
12. R. Kolenkiewicz, L. Carpenter, *Stable Periodic Orbits About the Sun-Perturbed Earth-Moon Triangular Points*, AIAA Journal 6, no. 7, 1301 (1968); A.A. Kamel, *Perturbation Theory Based on Lie Transforms and its Application to the Stability of Motion Near Sun-Perturbed Earth-Moon Triangular Libration Points*; NASA GR-1622, August 1970.
13. A.C. Clarke, J. Brit. Interplanetary Soc. 9, 261 (1950).
14. H.C. Gatos, A.F. Witt, *Crystal Growth Studies on Skylab*, MIT News Release, 14 Mai 1974.

Scanned with OKEN Scanner

ANEXA 1

REZOLUȚIA PRIMEI CONFERINȚE SOVIETO-AMERICANE CU PRIVIRE LA COMUNICAREA CU INTELIGENȚA EXTRATERESTRĂ (CETI)*

Prima conferință internațională în problema civilizațiilor extraterestre și a contactului cu ele a avut loc la Observatorul de Astrofizică de la Biurakan al Academiei de științe a R.S.S. Armene, între 5 și 11 septembrie 1971. Conferința a reunit specialiști din diferite domenii — astronomie, fizică, radiofizică, teoria și tehnologia calculului, chimie, biologie, lingvistică, arheologie, antropologie și istorie — și s-a bucurat de participarea a numeroși oameni de știință eminenți. Conferința a fost organizată în comun de Academia Națională de Științe a S.U.A. (cu sprijinul Fundației Naționale pentru Știință a S.U.A.) și Academia de Științe a U.R.S.S. Au participat și oameni de știință din alte cîteva țări.

În cele zece ședințe ale Conferinței s-au discutat în detaliu numeroase aspecte ale problemei civilizațiilor extraterestre. O atenție specială s-a acordat următoarelor chestiuni: pluralitatea sistemelor planetare în Univers, apariția vieții pe Pămînt, posibilitatea apariției vieții pe corpuri cosmice, apariția și evoluția inteligenței, apariția și dezvoltarea civilizațiilor tehnologice, probleme ale căutării unor semnale inteligente sau unor dovezi de activități astroinginerești, problemele și posibilele consecințe ale stabilirii de contacte cu civilizații extraterestre.

Participanții la conferință au avut păreri diferite în numeroase amănunte ale acestor chestiuni, dar au fost cu toții de acord că promisiunile contactului cu astfel de civilizații

---

* În CETI-volume, Edited by Carl Sagan, The MIT Press, 1973.

Scanned with OKEN Scanner

extraterestre sînt destul de mari pentru a justifica inițierea unei game largi de programe de căutare bine elaborate; ei au convenit de asemenea că tehnica actuală poate fi în stare să stabilească contacte cu astfel de civilizații. Unele cercetări radioastronomice au fost efectuate atît în S.U.A. cît și în U.R.S.S.

Participanții la Conferință au ajuns la următoarele concluzii comune:

1. Descoperirile uimitoare din anii recenți în domeniul astronomiei, biologiei, teoriei și tehnologiei calculului, radiofizicii au transferat unele probleme legate de civilizațiile extraterestre din domeniul teoriei într-un domeniu al experimentului și observației. Pentru prima dată în istoria omenirii devine posibil să se întreprindă investigații experimentale temeinice și de amănunt în această problemă de importanță fundamentală.

2. Această problemă s-ar putea să aibă o importanță profundă pentru dezvoltarea viitoare a omenirii. Dacă se vor descoperi vreodată civilizații extraterestre, efectul asupra capacităților științifice și tehnologice umane va fi imens, iar descoperirea va influența pozitiv întregul viitor al omului. Importanța practică și filozofică a unui contact reușit cu o civilizație extraterestră ar fi atît de mare încît ar justifica eforturile substanțiale necesare. Ca urmare a unei astfel de descoperiri întreaga cunoaștere umană s-ar îmbogăți imens.

3. Resursele tehnologice și științifice ale planetei noastre sînt deja destul de mari pentru a ne permite să începem investigații axate pe căutarea inteligenței extraterestre. De regulă, astfel de studii ar trebui să dea rezultate științifice importante chiar dacă cercetările speciale pentru găsirea inteligenței extraterestre nu au succes. În prezent diferite țări pot realiza aceste investigații în mod efectiv în instituțiile științifice proprii. Dar chiar și în acest stadiu inițial ar fi util să se dezbată și să se coordoneze programe speciale de cercetare și să se facă schimb de informații științifice. Ar fi de dorit ca pe viitor eforturile cercetătorilor din diferite țări să se unească pentru atingerea unor obiective pe planul experimentului și al observației. După părerea noastră, căutarea inteligenței extraterestre este indicat să o facă reprezentanți ai întregii omeniri.

4. La Conferință au fost discutate în amănunt diferite modalități de căutare a inteligenței extraterestre. Realiza-

Scanned with OKEN Scanner

rea propunerilor celor mai complexe ar cere foarte mult timp și eforturi considerabile, iar cheltuielile ar fi comparabile cu fondurile alocate cercetării spațiale și celei nucleare. Cercetări utile se pot, însă, iniția și la o scară foarte modestă.

5. Participanții la Conferință dau o înaltă prețuire experimentelor actuale și viitoare cu ajutorul navelor cosmice pentru căutarea vieții pe alte planete ale sistemului nostru solar. Ei recomandă continuarea și intensificarea muncii în domenii cum sînt chimia organică prebiotică, căutarea de sisteme planetare extrasolare și biologia evoluționistă, care au multe implicații în problema discutată.

6. Conferința recomandă inițierea unor investigații speciale noi cu privire la modalitățile de căutare a semnalelor. În apendice se dă o listă a unor investigații posibile.

7. În vederea coordonării programelor naționale de cercetare și promovării progresului în acest domeniu, Conferința sugerează instituirea cu mijloace adecvate a unui grup de lucru internațional. Deocamdată se propune următorul grup de lucru provizoriu: F. Drake, S.U.A.; N.S. Kardașev, U.R.S.S.; P. Morrison, S.U.A.; B. Oliver, S.U.A.; R. Pesek, Cehoslovacia; C. Sagan, S.U.A.; I.S. Șklovski, U.R.S.S.; G.M. Tovmasian, U.R.S.S. și V.S. Troițki, U.R.S.S.

8. Participanții la Conferință susțin publicarea integrală și deschisă a rezultatelor cercetării în aceste probleme și, ca un pas în această direcție, publicarea simultană în limbile rusă și engleză a *Lucrărilor* prezentei Conferințe.

9. Se recomandă grupului de lucru provizoriu să aibă în vedere, cînd consideră necesar, convocarea unor întruniri, pe o bază largă sau mai specializate, ale oamenilor de știință care lucrează în domeniul CETI.

10. Participanții la Conferință exprimă aprecierile lor călduroase pentru deosebita ospitalitate pe care le-a arătat-o Academia de Științe a R.S.S. Armene.

Semnează, pentru participanții la Conferință, Comitetele de organizare ale delegațiilor S.U.A. și U.R.S.S.

Lista unor posibile direcții de cercetare

Ar fi util să se concentreze eforturile în două direcții, ambele fiind promițătoare:

I. Căutarea unor civilizații care se află la un nivel tehnic comparabil cu al nostru.

Scanned with OKEN Scanner

II. Căutarea unor civilizații care se află la un nivel tehnologic care îl depășește cu mult pe al nostru.

La planificarea acestei cercetări ar trebui să participe un cerc larg de specialiști, de la astrofizicieni la istorici.

În consecință, recomandăm:

1. Căutarea unor semnale și a unor dovezi de activități astroinginerești în raza cîtorva sute de stele apropiate alese și a unui număr limitat de alte obiecte alese, pe o gamă de la undele luminoase și pînă la cele decimetrice, folosindu-se în acest scop cele mai mari instrumente astronomice existente.

2. Căutarea unor semnale de la surse puternice din galaxii ale grupului local, inclusiv căutarea unor semnale puternice în impulsuri.

3. Explorarea regiunii de zgomot minim din banda submilimetrică, pentru a stabili dacă este adecvată observării civilizațiilor extraterestre.

Sînt de dorit următoarele studii:

4. Proiectarea, între altele, a unor instrumente astronomice noi și puternice, avînd, în linii mari, următorii parametri:

a) Un radiotelescop pe unde decimetrice cu o suprafață activă $\gtrsim 1$ kilometru pătrat.

b) Un telescop pe unde milimetrice cu o suprafață activă $\gtrsim 10^4$ metri pătrați.

c) Un telescop pe unde submilimetrice cu o suprafață activă $\gtrsim 10^3$ metri pătrați.

d) Un telescop în gama infraroșie cu o suprafață activă $\gtrsim 10^2$ metri pătrați.

Toate instrumentele descrise mai sus au capacitatea să furnizeze date importante cu privire la teme total separate de CETI.

5. Găsirea unei soluții pentru un sistem care să permită ținerea întregului cer sub o observație permanentă, ceea ce ar putea să ducă la o căutare cu un orizont mai larg decît cele de la punctele 1 și 2.

Scanned with OKEN Scanner

ANEXA II

CĂUTAREA INTELIGENȚEI EXTRATERESTRE*

Cerul și Pămîntul sînt uriașe; totuși față de Univers sînt mărunte asemenea bobului de orez ca și cum adîncul spațiului ar fi un copac, iar Cerul și Pămîntul cîte un fruct al acestui copac.
Spațiul se aseamănă cu un regat, iar Cerul și Pămîntul nu sînt mai mult decît servitorii umili ai acestui regat. Un copac poate avea multe fructe iar într-un regat pot trăi foarte mulți oameni.
Ce absurd ar fi să credem că pe lîngă Cerul și Pămîntul vizibil nu mai există alte ceruri și alte pămînturi.

(Teng MU, filozof din sec. al XIII-lea)

De secole, filozofii și oamenii de știință s-au gîndit la posibilitatea existenței altor lumi și a vieții în aceste lumi. La început, însă, n-au existat dovezi astronomice și științifice concrete care să ateste veridicitatea acestor ipoteze. Ideile izvorau mai mult din întrebarea:

„De ce numai pe Pămînt ar fi posibilă existența vieții?"

După revoluția copernicană care a recunoscut adevărata natură a sistemului solar au început să se răspîndească speculații propagînd ideea existenței altor forme de viață, incluzînd-o și pe cea inteligentă. În secolul XIX ideea existenței vieții pe Marte și Lună a făcut mare vîlvă.

În prima jumătate a sec. XX, biochimistul sovietic A.I. Oparin și biologul britanic I.B.S. Haldane au formulat pentru întîia oară o ipoteză științifică despre originea vieții. Conform ipotezei lor, valabilă încă și în zilele noastre, formele primitive de viață ar fi luat naștere din amestecul de substanțe organice conținut în apele oceanului primar, din așa-zisa „supă primară". Pe măsură ce enigmele mecanismelor vieții au început să fie dezlegate, biologilor, chimiștilor și fizicienilor le-a devenit tot mai clar că ipoteza Oparin-Haldane este perfect acceptabilă. Odată cu înțelegerea tot mai corectă a evoluției biologice s-a format o imagine a șirului de evenimente ce cuprinde un interval de timp deosebit de lung. Această evoluție a condus la actuala varietate ex-

* Raportul Academiei Internaționale de Astronautică (AIA) la conferința mondială „The World in Space", organizată de UNESCO la Viena, septembrie 1982 („Fizicai Szemle", nr. 5, 1983). (traducere de *Ildikó Gabos*)

Scanned with OKEN Scanner

traordinară a formelor de viață pe Pămînt. Etapele acestei evoluții ar fi următoarele:

1. Geneza Soarelui și a Pămîntului
2. Apariția compușilor organici
3. Apariția vieții
4. Apariția formelor simple de viață
5. Dezvoltarea formelor complexe de viață
6. Inteligența
7. Dezvoltarea culturală
8. Civilizația

Desigur, odată cu înțelegerea mai profundă a vieții apar noi întrebări fundamentale, de pildă: Este posibil ca succesiunea evenimentelor care a condus la apariția vieții pe Pămînt să fi avut loc și pe alte planete?

În 1959 Joshua Lederberg (S.U.A.) propune denumirea de „exobiologie" științei care se ocupă de căutarea și studiul vieții extraterestre. Atunci se bănuia deja că în sistemul solar, în afara Pămîntului, nu există viață inteligentă. Părea posibilă însă existența unor forme de viață microscopice îndeosebi pe Marte. Pentru explorarea lor, în 1976, au fost lansate spre Marte cele două sonde Viking. Rezultatele, în esență, au fost negative. Ne putem imagina, însă, că în trecut pe Marte să fi existat astfel de forme de viață sau că există și în prezent, dar în zonele mai îndepărtate de locurile de aterizare ale celor două sonde.

De asemenea, pare destul de probabil că viața a apărut și pe planetele altor sisteme solare din galaxie sau oriunde în Univers, și — de ce nu? — că în anumite cazuri, trecînd prin diverse etape ale dezvoltării sale biologice, a ajuns în faza ei inteligentă.

De ce credem că există inteligență extraterestră?

Cele mai de seamă argumente în sprijinul existenței civilizațiilor extraterestre ar fi următoarele:

1. Conform cunoștințelor noastre actuale, nașterea unei stele presupune apariția unui sistem planetar propriu, ca în cazul sistemului solar. Este adevărat că pînă acum n-am reușit să punem în evidență existența unor astfel de sisteme planetare dar este posibil ca pînă la finele secolului să le putem detecta.

Scanned with OKEN Scanner

2. În galaxia noastră sînt o sută de miliarde de stele. Ne putem aștepta deci să existe zece miliarde de planete. Și nu este exclus ca una din ele să prezinte condiții favorabile apariției vieții. Dacă presupunem că astfel de „lumi îndepărtate" sînt rare și că există doar una la un milion de sisteme solare, atunci în Calea Lactee ar trebui să fie zece mii de astfel de lumi. Și, deoarece în Univers sînt peste zece miliarde de galaxii, este foarte probabilă apariția vieții în mai multe locuri.

3. După opinia mai multor exobiologi, pe aceste planete, peste cîteva sute de milioane de ani ar trebui să apară forme primitive de viață.

4. Conform teoriei evoluționiste, formele complexe de viață se dezvoltă în decurs de cîteva milioane de ani. În anumite cazuri acestea evoluează pe calea dezvoltării inteligenței, culturii și a civilizației. Referindu-ne la timpul necesar acestei evoluții este de subliniat faptul că vîrsta Soarelui și a Pămîntului este de 4,5 miliarde ani. În galaxia noastră și în alte galaxii, anumite stele pot avea vîrsta de zecedouăzeci miliarde de ani. Astfel, viața, chiar sub formele ei cele mai evoluate, putea să apară pe anumite planete din galaxie cu mult înaintea nașterii soarelui nostru. Este posibilă deci existența unor civilizații extraterestre cu milioane de ani mai în vîrstă decît a noastră.

Întrebarea următoare este: „Cît timp se menține o civilizație într-un stadiu tehnologic dezvoltat și capabil de comunicare"? Răspunsul oscilează între cincizeci și un miliard de ani! Pe lîngă acestea pot exista și planete pe care viața — deși urmează calea evoluției terestre — a rămas în stadiul ei incipient.

Din cele arătate anterior rezultă o problemă esențială: Este posibil să dovedim existența inteligenței extraterestre?

Metoda SETI

Punerea în evidență a inteligenței extraterestre ar fi posibilă pe mai multe căi.

Una din ele ar fi lansarea de nave cosmice cu scopul de a investiga planetele sistemelor solare apropiate. În funcție de dimensiunile navei și de tipul de combustibil folosit un astfel de drum ar dura mii sau chiar milioane de ani, ne mai punînd la socoteală cheltuielile și consumul de energie uriașe. Din acest motiv investigațiile nu continuă pe această cale.

Scanned with OKEN Scanner

Situația se schimbă radical dacă încercăm să punem în evidență eventualele semnale emise de către civilizațiile extraterestre. Pentru a fi receptate, aceste semnale trebuie să satisfacă anumite condiții. În primul rînd să fie ușor detectabile, să nu fie ecranate de materia interstelară și să fie separabile de zgomotul de fond al Universului.

În urma studiului amănunțit al tuturor radiațiilor posibile ne-am oprit asupra celor electromagnetice în domeniul radio cu frecvența cuprinsă între 10^9 și 10^{11} Hz care formează așa numita „fereastră de microunde". În acest domeniu cel mai ușor este punerea în evidență și separarea de zgomotul de fond a unor eventuale semnale emise de civilizații extraterestre. Pentru a înțelege mai bine cum stau lucrurile, să facem analogie cu o sală ticsită de lume care vorbește tare; șoaptele se pierd în zgomot; ele însă pot fi auzite bine într-o sală în care este liniște deplină.

În 1959, Giuseppe Cocconi și Philip Morrison au propus căutarea acestor semnale pe lungimea de undă de 21 cm. Prima încercare de acest gen a avut loc, în 1961, sub conducerea radioastronomului Frank Drake. Folosindu-se radiotelescopul de la Deer Creek Valley — SUA, au fost „ascultate" două stele apropiate: Tau Ceti și Epsilon Eridani. Timp de două luni, cît au durat observațiile, nu au fost detectate semnale inteligibile. De atunci s-au efectuat peste douăzeci de astfel de observații și au fost organizate numeroase conferințe și simpozioane pe această temă.

În 1977 în S.U.A. s-a efectuat un studiu SETI de mare anvergură. Dintre concluziile finale ale raportului NASA amintim următoarele:

1. Este posibil și chiar necesar să fie începute observații și studii susținute pentru detectarea inteligenței extraterestre

2. Există posibilitatea realizării unor programe SETI cu mijloace relativ simple.

3. În măsura în care este nevoie se pot construi și obiective de mare capacitate.

Arătînd că recepția microundelor este puternic conturbată de semnalele de mare energie ale surselor emițătoare de pe pămînt și de pe sateliți, raportul propune începerea unui program SETI subliniind caracterul lui internațional și importanța covîrșitoare pentru întreaga omenire.

Scanned with OKEN Scanner

Deoarece detectarea radiațiilor laser în domeniul roentgen, ultraviolet și vizibil are probabilitate mică iar cea a particulelor grele încărcate este doar o posibilitate în perspectivă, în viitor ne putem aștepta la anumite rezultate în urma cercetărilor efectuate în domeniul infraroșu.

Ronald Bracewell a propus căutarea și în cadrul sistemului nostru solar, a unor sonde spațiale trimise spre noi de alte civilizații. De asemenea este posibil ca radiația de mare energie a unui emițător terestru să fie captată de o altă civilizație care să ne și răspundă. Să nu uităm, însă, că pînă la sosirea răspunsului pot trece sute sau mii de ani.

Metode SETI optime

Majoritatea specialiștilor SETI consideră că cea mai bună metodă de investigare a civilizațiilor extraterestre rămîne aceea a observațiilor în domeniul microundelor. După unii însă, n-ar fi nevoie de un program SETI special deoarece și în timpul observațiilor radioastronomice de rutină ne-am putea aștepta la descoperirea unor semnale inteligente.

Dar cei mai mulți sînt de acord că astfel șansele sînt minime, aceste observații nefiind specializate pe urmărirea semnalelor inteligente. Ne putem aștepta la succes doar în cazul unui program SETI la care să participe întreaga omenire cu eforturi maxime, cercetările efectuîndu-se pe foarte multe benzi de frecvență.

Deși unii optează pentru emisia de semnale, ceea ce se urmărește prin SETI este nu emisia ci recepționarea lor. Este de remarcat că de aproape cinci decenii răspîndim în Univers un mare volum de diverse semnale radio, unele chiar foarte intense.

Semnalele recepționate de noi ar putea fi emise cu scopul de a stabili un eventual contact între civilizații, dar și pentru scopurile proprii ale civilizației respective. Oricum descoperirea lor este dificilă deoarece nu știm pe ce lungime de undă să le căutăm, nici cînd și cît timp să încercăm să le observăm. Tocmai de aceea, pînă acum s-au depus eforturi considerabile pentru elaborarea unei strategii SETI cît mai eficiente.

Scanned with OKEN Scanner

Cei care urmăresc descoperirea unor civilizații superioare îndepărtate sau a unora mai apropiate de a noastră, caută semnale puternice baleind bolta cerească cu ajutorul radiotelescoapelor.

Altele cîntăresc ideea folosirii unor uriașe radiotelescoape de mare sensibilitate, pentru observarea, pe lungă durată, a unor stele nu prea diferite de soarele nostru.

Pentru alegerea benzii corespunzătoare de frecvență, Bernard Oliver și John Billingham au propus pentru prima dată folosirea unor analizatoare spectrale care să lucreze simultan pe mai multe canale. Astfel se pot selecta mai ușor semnalele care prezintă interes decît în cazul în care s-ar analiza pe rînd fiecare canal.

Împărțirea benzilor de frecvență este făcută de ITU (International Telecommunication Union) care la conferința din 1979 a dezbătut problema SETI, hotărînd că nu se va rezerva o bandă de frecvență pentru căutarea semnalelor inteligente, mulțumindu-se doar cu aducerea la cunoștință a țărilor membre despre existența acestor programe.

Astfel cercetătorii SETI pot lucra doar în banda de frecvență rezervată pentru radioastronomie deși ar avea nevoie de un domeniu mult mai larg. În ultimele două decenii domeniul microundelor s-a aglomerat foarte mult, interferența numeroaselor posturi de emisie făcînd în cele de urmă imposibile observațiile SETI de pe pămînt.

De aceea va fi necesară amplasarea în Cosmos sau pe Lună a unor radiotelescoape pentru eliminarea interferențelor perturbatoare. Cercetătorii M. Subotowicz din Polonia și N. Kardașev din U.R.S.S. au arătat mai de mult că, deși această metodă este foarte costisitoare, în viitor, din mai multe motive, va fi mult mai rentabilă.

Deocamdată, în următoarele două decenii, un avantaj mare ar prezenta rezervarea unor anumite domenii din fereastra de microunde numai pentru cercetări SETI.

Faptul că pînă acum nu au fost detectate semnale ce ar putea proveni de la alte civilizații inteligente nu ne miră prea mult căci nu trebuie să uităm că programele SETI sînt doar la începutul existenței lor, astfel de observații efectuîndu-se doar în SUA, URSS și Canada.

În viitor va fi nevoie de o cooperare internațională deoarece este în interesul întregii omeniri să se obțină informații despre alte civilizații din galaxie.

Scanned with OKEN Scanner

Fără îndoială, descoperirea existenței vieții extraterestre va avea o mare influență asupra omenirii, cu urmări pe plan psiho-social, cultural, național și internațional.

Dacă însă nici în urma unor cercetări asidue nu se va descoperi nimic, nu înseamnă că ne-am pierdut timpul; ne-am îmbogățit cunoștințele despre Universul fizic, am dezvoltat o tehnologie aplicabilă și în alte domenii ale civilizației noastre iar mobilizarea globală pentru înfăptuirea programelor SETI ar întări solidaritatea constructivă a umanității, credința în unicitatea, importanța și valoarea lui Homo Sapiens și a întregii planete. Am prețui mai mult cultura umană, particularitățile biologice, gradul de civilizație atins în urma unei evoluții de-a lungul a 3—4 miliarde de ani.

Dacă însă am reuși să detectăm măcar un singur semnal provenind de la o inteligență extraterestră, am fi siguri că o civilizație se poate menține vreme îndelungată într-un stadiu de dezvoltare tehnologică superioară, fără să se autodistrugă. Și am demonstra că nu sîntem singuri în Univers, că viața și inteligența au cucerit Universul.

Trebuie să avem grijă însă, căci la o primă analiză s-ar putea să ne fi înșelat; este deosebit de important studiul susținut și îndelungat al acestor semnale precum și verificarea lor permanentă. Nu putem prevedea nici conținutul unor eventuale mesaje.

Ar putea fi vorba despre un mesaj gîndit special pentru a ne transmite anumite date referitoare la civilizația respectivă sau pur și simplu despre un semnal prin care să ne transmită: „existăm"! Pe de altă parte, ar putea fi semnale care au ajuns la noi fără voia civilizației respective, cum ar fi emisiile radio, TV sau radar ale Pămîntului. Indiferent de natura semnalelor, intră în discuție doar emisiile unidirecționale cu scopul de a realiza contact între culturi și nu între persoane. Analogiile ne sînt foarte la îndemînă: filozofia greacă a fost studiată generații de-a rîndul fără să putem conversa cu Socrate sau Aristotel.

Orice mesaj inteligent presupune o mare cantitate de informații transmise.

Descifrarea lor poate dura zeci de ani, dar este foarte probabil că vor fi relativ ușor de descifrat, trebuind să fie astfel alcătuite încît să-și transmită și propriul cod. Dacă vor fi

Scanned with OKEN Scanner

mesaje radio înseamnă că cel care le-a emis cît și cel care le-a recepționat cunoaște noțiunile de bază ale radiotehnicii.

Unii sînt îngrijorați de faptul că un astfel de mesaj ar putea zdruncina încrederea omenirii în propria-i civilizație, ar îndepărta-o de dorința noilor descoperiri pe considerentul că acestea oricum au fost deja descoperite. Mai pot exista și alte consecințe negative.

În cele din urmă, omul poate ignora pur și simplu aceste mesaje, ne fiind obligat să răspundă la ele. În acest caz cel care le-a transmis nu are de unde să afle dacă ele au fost interceptate și înțelese. Deci receptarea și descifrarea unor mesaje sosite din Univers nu ar reprezenta un pericol pentru omenire ci, dimpotrivă, promisiunea unor avantaje filozofice și practice, începînd de la informații asupra trecutului și viitorului Universului, asupra teoriei particulelor elementare sau asupra unei noi biologii, pînă la o bunăstare izvorîtă din noile cunoștințe.

Omul s-ar găsi față în față cu o uriașă rețea galactică.

Scanned with OKEN Scanner

AUTORII ANTOLOGAȚI

1. GIUSEPPE COCCONI, fizician teoretician italian, se ocupă în prezent de cercetări de fizică subnucleară, ca membru permanent, de mai bine de două decenii, al Centrului vest-european de cercetări nucleare, CERN (Centre Européen de Recherches Nucléaires) de la Geneva. S-a născut în localitatea Como (Italia) în 1914. A obținut titlul de doctor la Universitatea din Milano în anul 1937, după care a lucrat la Universitatea din Catania (Sicilia) pînă în 1947, cînd a devenit profesor la Universitatea Cornell din S.U.A. În cei 15 ani petrecuți aici s-a ocupat de fizica particulelor elementare, de radiații cosmice și de radioastronomie. Tot aici a făcut cunoștință cu Ph. Morrison, elaborînd împreună celebra lucrare publicată în „Nature", în 1959, care marchează o cotitură în cercetările CETI.

2. FRANCIS H. CRICK, biochimist englez, laureat al Premiului Nobel pentru fiziologie în anul 1962, pentru descoperirea, împreună cu J.D. Watson și M.H. Wilkinson, a structurii moleculare a ADN și a rolului ADN ca deținător și transportor al informației genetice. S-a născut în localitatea Northampton din Anglia, în anul 1916. A făcut studii superioare în domeniul fizicii la University College din Londra și a obținut doctoratul în 1953 la Cambridge. În timpul celui de-al doilea război mondial a luat parte ca fizician, la cercetări în domeniul radiolocației (radar). În anul 1949, la Cambridge, a început cercetările sale de biologie și biochimie moleculară, cercetări care, i-au adus Premiul Nobel. Datorită pregătirii și preocupărilor sale interdisciplinare a devenit de la început unul dintre primii savanți de renume mondial care au susținut cercetarea CETI, în special în problemele legate de originea și evoluția vieții, elaborînd împreună cu renumitul biochimist american Leslie Orgel

Scanned with OKEN Scanner

teoria panspermiei dirijate, lucrare inclusă în volumul de față. F. Crick, a fost printre puținii savanți din alte țări (împreună cu G. Marx și R. Pesek) care au participat la conferința sovieto-americană CETI de la Biurakan din 1971.

3. FRANK DRAKE, profesor de astronomie la Universitatea Cornell din S.U.A și directorul centrului de astronomie de la această universitate de care aparține și marele radiotelescop de la Arecibo. S-a născut în anul 1930. Și-a început cariera științifică în domeniul radioastronomiei la Centrul Național de Radioastronomie de la Green Bank (Statul Virginia de Vest) unde a inițiat, în 1960, programul OZMA—1 care poate fi considerat ca prima încercare, în istoria omenirii, de a detecta semnale de la o posibilă civilizație extraterestră. Tot Drake este autorul renumitei ecuații (care astăzi îi poartă numele) care stabilește numărul posibil de civilizații cosmice existente actualmente în Galaxia noastră. F. Drake, ca un pionier al cercetării SETI și ca o personalitate științifică de prim rang în acest domeniu, este prezent la toate conferințele și simpozioanele CETI—SETI mai importante, fiind autorul mai multor lucrări de sinteză, dintre care „Intelligent Life in Space" (MacMillan CO, New York) apărută în 1967.

4. FREEMAN DYSON, fizician teoretician englez, profesor la Institute for Advanced Study din Princeton. S-a născut în Anglia în 1922 și s-a stabilit în SUA în 1947, mai întîi provizoriu ca bursier al Universității Cornell și, din 1951, definitiv. În anii '50 a elaborat o serie de lucrări fundamentale legate de bazele electrodinamicii cuantice care i-au adus celebritatea pe plan internațional. Pe lîngă contribuțiile sale în domeniul fizicii teoretice, profesorul Dyson este considerat un specialist recunoscut și în probleme de dezarmare nucleară. Este colaborator permanent al revistelor americane de mare popularitate: „Scientific American" și „The New Yorker". F. Dyson este posesorul mai multor distincții științifice, Medalia Hughes acordată de Royal Society din Londra, Medalia Max Planck a Societății Germane de Fizică, premiul memorial Robert Oppenheimer etc. Este unul dintre cei mai cunoscuți pionieri ai cercetării CETI, datorită mai ales elaborării proiectului biosferei artificiale denumită „sfera Dyson". Nu de mult a apărut volumul său de confesiuni științifice *Disturbing the Universe* (Harper Books, New York, 1979) din care capitolul consacrat problemelor CETI este reprodus în lucrarea de față.

5. HANS FREUDENTHAL s-a născut în anul 1905, în localitatea Luckenwalde din Germania. A făcut studii de matematică la universitățile din Berlin și Paris și între anii 1930—1946 a fost

Scanned with OKEN Scanner

profesor la Universitatea din Amsterdam. În perioada 1946—1976, a predat diferite capitole de matematică modernă la Universitatea din Utrecht dar a fost și profesor invitat la mai multe universități din S.U.A. (Universitatea Berkeley din California, Yale University etc.). Între anii 1964—1965 a fost și rector al Universității din Utrecht. Este posesorul titlului de doctor honoris causa al mai multor universități (Universitatea din Erlangen, din Bruxelles, New York, Amsterdam și al Universității Humboldt din Berlin). Are contribuții științifice originale în următoarele domenii ale matematicii: topologie, analiză, calculul probabilităților, geometria grupurilor Lie, logică matematică precum și în domeniul istoriei și filozofiei matematicii și al predării matematicii. În aceste domenii a publicat cîteva sute de lucrări științifice și mai multe monografii. Renumita sa carte consacrată limbajului cosmic intitulată: „LINCOS — Design of Language for Cosmic Intercourse" (North-Holland Publishing Co.) a apărut în anul 1960 la Amsterdam.

6. SEBASTIAN VON HOERNER, astrofizician și cosmolog american de origine germană, cercetător la Centrul Național de Radioastronomie de la Green Bank (Statul Virginia de Vest). S-a născut în localitatea Görlitz din Germania, în anul 1919. A obținut titlul de doctor în fizică la Universitatea din Göttingen. Înainte de 1962, an de cînd lucrează la Green Bank, a fost cercetător la Institutul Max Planck de fizică și astrofizică din Göttingen și la Institutul de Cercetări Astronomice din Heidelberg. Domeniile sale de cercetare mai importante sînt legate de problema dinamicii stelare, formarea stelelor, cosmologie, colaps gravitațional, optimizarea antenelor la radiotelescoape etc. A fost profesor invitat la mai multe universități europene și americane, dintre care menționăm universitățile din Bonn, Basel, Los Angeles, Mexico City și Universitatea Cornell. S. von Hoerner a fost de la început un susținător al mișcării CETI. Încă în anul 1961, în cunoscuta revistă americană „Science" a publicat un model matematic în care face o primă evaluare cantitativă a duratei medii a civilizațiilor tehnico-științifice dezvoltate, discutînd o serie de factori care pot limita durata civilizației tehnologice. Este membru în colegiul redacțional al binecunoscutei reviste americane „Cosmic Search".

7. NIKOLAI S. KARDAȘEV, astrofizician sovietic, unul dintre conducătorii secției de astrofizică a Institutului de Cercetări Spațiale al Academiei de Științe a U.R.S.S. Ca discipol și colaborator al profesorului I. Șklovski poate fi considerat unul dintre cei mai renumiți conducători și coordonatori ai cercetărilor CETI din U.R.S.S.

Scanned with OKEN Scanner

A fost unul dintre inițiatorii și organizatorii primei conferințe CETI sovieto-americane de la Biurakan din anul 1971. Încă din 1964, pentru caracterizarea civilizațiilor cosmice dezvoltate a introdus conceptul de supercivilizație și clasificarea acestora în trei tipuri de supercivilizații, după criteriul producerii și consumului de energie în unitatea de timp. La conferința de la Biurakan, Kardașev generalizează și extinde problematica supercivilizațiilor și, folosind lucrările lui A. Saharov relative la fizica „găurilor negre" (black holes) leagă evoluția supercivilizațiilor de problematica găurilor negre, fundamentînd astfel, din punct de vedere științific, posibilitatea unor noi călătorii cosmice spațio-temporale nebănuite pînă acum.

S. GYÖRGY MARX, profesor de fizică teoretică subnucleară la Universitatea Eötvös din Budapesta, membru al Academiei Ungare de Științe. S-a născut în anul 1927 la Budapesta, făcînd studii superioare în domeniul fizicii la Universitatea „Roland Eötvös" din Budapesta. Din anul 1948 lucrează la Institutul de fizică teoretică al aceleiași universități, actualmente fiind conducătorul Institutului de fizică atomică al Universității Eötvös. G. Marx a fost primul care a formulat legea conservării sarcinii leptonice, o lege fundamentală cu caracter universal în fizica subnucleară. Profesorul Marx este un participant activ la întrunirile internaționale CETI—SETI, membru în comisia CETI a Academiei Internaționale de Astronautică. A fost unul dintre organizatorii celui de al 12-lea „Review Meeting on CETI" cu ocazia celui de al 34-lea Congres Internațional al Federației Internaționale de Astronautică (IAF) de la Budapesta, în anul 1983.

9. PHILIP MORRISON, profesor american de fizică nucleară, la MIT (Massachusetts Institute of Technology) din 1965. S-a născut în 1915 în localitatea Sommerville din statul New Jersey. În anul 1940 obține titlul de doctor (Ph. D) în fizică la Universitatea din California, apoi predă fizică la San Francisco și la Universitatea din Illinois. Între anii 1943—1946 participă la Los Alamos la realizarea proiectului Manhattan (construirea primei bombe atomice). În perioada 1946—1965, la renumita Universitate Cornell, s-a ocupat cu cercetări de fizică nucleară, astrofizică și astronomie neutrinică avînd în același timp și o intensă activitate didactică. Rod al acestei activități este renumitul manual de fizică nucleară teoretică, scris împreună cu actualul laureat al Premiului Nobel, Hans Bethe (Bethe-Morrison: „Elementary Nuclear Theory", 1956). Actualmente, domeniul preferat de cercetare al lui Morrison îl constituie aplicațiile fizicii nucleare și subnucleare

Scanned with OKEN Scanner

în astrofizică și cosmologie. Profesorul Morrison este una dintre personalitățile de frunte ale mișcării CETI, deschizînd prin activitatea sa creatoare, o nouă etapă în cercetarea observațională a civilizațiilor extraterestre. Este participant activ la toate conferințele CETI—SETI mai importante și autor al mai multor articole, rapoarte și lucrări de sinteză în acest domeniu. Să amintim în acest sens raportul NASA, elaborat împreună cu doi cunoscuți specialiști CETI de la NASA, I. Billingham și I. Wolfe, cu titlul: „The Search for Extraterrestrial Intelligence — SETI" (1977, NASA—Raport SP—419).

10. BERNARD M. OLIVER, specialist american în electronică și în tehnica telecomunicațiilor, directorul adjunct al corporației Hewlett-Packard. B. M Oliver, încă din anii 60, a fost preocupat de problema comunicării cu civilizații extraterestre interesîndu-se de programul OZMA—1 al lui Frank Drake, sprijinind în același timp realizarea lui. Începînd din anii '70 a inițiat cel mai grandios proiect CETI, care a primit denumirea de PROGRAM CYCLOPS („Project Cyclops"). Acest program a fost elaborat sub conducerea lui B.M. Oliver și a lui J. Billingham, de un grup interdisciplinar și interuniversitar, sub egida Centrului de Cercetare AMES (AMES Research Center) al NASA (National Aeronautics and Space Administration). B. Oliver participă în mod curent la conferințele CETI—SETI. La conferința de la Biurakan, din 1971, a fost ales în Comitetul internațional de coordonare pe plan mondial al activității CETI.

11. GERARD K. O'NEILL, specialist american în fizica energiilor înalte, profesor la Universitatea Princeton din S.U.A. A obținut doctoratul în fizică (Ph. D.) la Universitatea Cornell, în anul 1954. De la această dată devine profesor la Universitatea Princeton, unde se ocupă, în primul rînd, de fizica particulelor elementare, domeniu în care publică un număr important de lucrări și o monografie în colaborare cu D.C. Cheng („Elementary Particle Physics", 1979). Începînd din anul 1969 elaborează conceptul de colonizare spațială, publicînd în 1977 o monografie despre această problemă. („The High Frontier"). O'Neill a fondat un institut non-profit de studii spațiale („Space Studies Institute") deținînd și funcția de președinte al acestuia.

12. MICHAEL D. PAPAGIANNIS, astronom american de origine greacă, profesor de astronomie la Universitatea din Boston, S.U.A. Datorită inițiativei și activității de organizare depuse de M.D. Papagiannis, în anul 1979, Uniunea Astronautică Internațională

Scanned with OKEN Scanner

(UAI) la Adunarea sa Generală din Montreal, a inclus pentru prima oară, în programul său problematica CETI — SETI. Lucrările acestei sesiuni științifice au fost publicate într-un volum, sub redacția lui Papagiannis, cu titlul: *Strategies for the Search for Life in the Universe* (Reidel, Dordrecht Publ. Co, Amsterdam, 1980). Actualmente M.D. Papagiannis este și președintele comisiei nr. 51, specializate pentru cercetarea vieții extraterestre, comisie ce a fost înființată la Adunarea Generală a UAI, ținută în 1982 la Patras, Grecia. Din conducerea acestei comisii mai fac parte, printre alții, N. Kardașev, G. Marx și V.S. Troițki.

13. CARL SAGAN, astronom american, planetolog și exobiolog, profesor la Universitatea Cornell și directorul laboratorului de cercetări planetare (Laboratory for Planetary Studies) de la Universitatea Cornell. S-a născut în 1934. Cercetările sale în domeniul atmosferei planetelor (în special Venus și Marte) le-a început la Universitatea Harvard. Sub conducerea sa a fost proiectat programul exobiologic al stațiilor cosmice automate Viking. Profesorul Sagan este personalitatea cea mai entuziastă a mișcării CETI și cea mai cunoscută de marele public, probabil datorită serialului său de televiziune, prezentat și în țara noastră. Este autorul uneia dintre primele cărți consacrate problematicii CETI, scrisă împreună cu S. Șklovski, care tratează toate aspectele mai importante ale comunicării interstelare (*Intelligent Life in the Universe*, Holden Day, San Francisco) apărută în 1966. C. Sagan a fost președintele Comitetului de organizare, din partea Statelor Unite, al conferinței CETI sovieto-americane de la Biurakan din 1971 și redactorul lucrărilor conferinței (CETI — The MIT Press, 1973). În cartea sa: „Cosmic Connection" (New York, 1973) schițează perspectivele cercetării civilizațiilor extraterestre. Împreună cu F. Drake, Carl Sagan este conducătorul programului SETI, care este în curs de efectuare cu cel mai mare radiotelescop din lume (305 m în diametru) de la Arecibo (Porto Rico).

14. IOSIF S. ȘKLOVSKI, astrofizician sovietic, profesor la Universitatea Lomonosov din Moscova, membru corespondent al Academiei de Științe a URSS și, în același timp, conducătorul secției de astrofizică a Institutului de Cercetări Cosmice al Academiei și șeful departamentului de radioastronomie al Institutului de astronomie Sternberg al Universității din Moscova. S-a născut în 1916. A făcut studii universitare la facultatea de fizică a Universității Lomonosov, obținînd diploma de fizician în anul 1938. Imediat a fost angajat la Institutul de astronomie Sternberg, unde a lucrat aproape 50 de ani, pînă la moartea sa survenită anul

Scanned with OKEN Scanner

trecut. În acest interval de timp a avut posibilitatea să ia parte la dezvoltarea unor noi ramuri și metode astronomice ca radioastronomia, astronomia Roentgen și gamma etc., care au făcut ca astronomia, această știință străveche, să se găsească actualmente — după părerea lui Șklovski — în perioada celei de a doua revoluții a evoluției sale. În toate aceste domenii de cercetare, lui I. Șklovski i-a revenit de multe ori rolul de pionier, ca de exemplu în studiul quasarilor, radiogalaxiilor, supernovelor, pulsarilor, nucleelor active ale galaxiilor, unde rezultatele și descoperirile sale importante au fost recunoscute și apreciate pe plan internațional. Pe lîngă toate acestea, I.S. Șklovski este poate cel mai cunoscut pionier al cercetării CETI pe plan internațional și, în același timp, unul dintre conducătorii mișcării CETI—SETI în URSS. Lucrarea sa despre problematica civilizațiilor extraterestre, *Univers, viață, inteligență*, editată în mai multe ediții și mai multe limbi (ultima ediție în limba rusă — cea de-a V-a — a apărut în 1980, la Moscova, la Editura „Nauka") un adevărat bestseller, a devenit o carte de referință în domeniul CETI—SETI. I.S. Șklovski a fost distins cu Premiul Lenin și cu premiile de stat ale URSS fiind ales membru al mai multor academii și societăți științifice importante ca, de exemplu, National Academy of Sciences of USA și Royal Astronomical Society din Anglia.

15. VSEVOLOD S. TROIȚKI, radioastronom sovietic, membru corespondent al Academiei de Științe a URSS, directorul Institutului de Cercetări Radiofizice din orașul Gorki, URSS. V.S. Troițki este unul dintre conducătorii cercetării CETI, cu caracter observațional, în URSS. Sub conducerea sa, cu ajutorul radiotelescopului de la Institutul din Gorki, imediat după Programul OZMA—1 al lui Drake, au fost cercetate un număr de 12 stele apropiate în vederea înregistrării unor eventuale semnale artificiale. La propunerea lui V.S. Troițki și a lui Kardașev s-a inițiat, la Institutul de Cercetări Spațiale al Academiei de Științe a URSS, organizarea unei rețele SETI euroasiatice. V.S. Troițki a participat la majoritatea conferințelor și întîlnirilor CETI mai importante. La conferința de la Biurakan a fost ales în Comitetul internațional de coordonare al cercetărilor CETI. Face parte din comitetul de redacție al revistei „Cosmic Search".

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINS

Un sfert de secol de căutare observațională a inteligenței extraterestre, de *Tiberiu Toro* 5

G. COCCONI, PH. MORRISON: Căutarea unor comunicații interstelare 17

PH. MORRISON: După douăzeci de ani 21

F. D. DRAKE: Amintiri despre proiectul Ozma 26

I.S. ȘKLOVSKI: Problema civilizațiilor extraterestre și aspectele ei filozofice 35

F. DYSON: Extratereștrii 64

SEBASTIAN VON HOERNER: Căutarea unor semnale de la alte civilizații 78

MARX GYÖRGY: Clubul Galactic 94

MICHAEL D. PAPAGIANNIS: Selecția naturală a civilizațiilor stelare prin limitele creșterii 113

CARL SAGAN: Posibilitatea detectării unor civilizații galactice avansate 126

N.S. KARDAȘEV: Strategii de căutare a inteligenței extraterestre 131

HANS FREUDENTHAL: Spre un limbaj cosmic 143

F.H.C. CRICK, L.E. ORGEL: Panspermie dirijată 154

B.M. OLIVER: Proximitatea civilizațiilor galactice 164

CARL SAGAN, FRANK DRAKE: Căutarea inteligenței extraterestre 179

Scanned with OKEN Scanner

I.S. ȘKLOVSKI: Posibila unicitate a vieții inteligente în univers 192

V.S. TROIȚKI: Căutarea civilizațiilor extraterestre: o strategie nouă 213

GERARD K. O'NEILL: Colonizarea spațiului cosmic ... 223

ANEXE 249

AUTORII ANTOLOGAȚI 263

Scanned with OKEN Scanner